

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIEDE DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM,
DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA,
MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER
WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

ZWEI UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST ~~NEUN~~ Zehn KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1806.

INHALT.

Jahrgang 1806, Band 1,
oder
Zwei u. zwanzigster Band. — Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, ERSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE
über die electrischen Fische,

von

ALEXANDER VON HUMBOLDT.

(Geschrieben zu Rom im August 1805.*)

Die grosen und bewundernswürdigen Entdeckungen, welche Herr Volta über die verschiedenartige Ladung sich berührender Metalle und über die Wirkungen ihrer electrischen Spannung gemacht hat, haben von neuem die Aufmerksamkeit der Physiologen auf die Erscheinungen des Zitterrochens (*Raja Torpedo, Torpille*) und des Zitteraals (*Gymno-*

*) Zusammen gezogen aus einem Briefe an Berthollet in den *Annales de Chimie*, t. 56, p. 15, und aus einem Schreiben an den Präsidenten, Freih. von Dachröden, in den *neuen phys. Abhandl. der Erfurter Akad. nützl. Wiss.*, B. 3, welche sich beide ergänzen. *d. H.*

tus electricus) geleitet. Sind diese Erscheinungen befriedigend aus der Theorie der leidner Flasche und der galvani'schen Säule zu erklären, oder darf man darin noch eigne vitale Wirkungen, das heisst, solche, welche nur der *belebten* Materie eigenthümlich sind, vermuthen?

Zur Entscheidung einer so wichtigen Frage ist es nothwendig, eine große Zahl genauer Beobachtungen zu sammeln, und Versuche nach leitenden Ideen anzustellen, welche unbekannt waren, als Walsh mit dem Zitteraal und Spallanzani mit dem Zitterrochen experimentirten. Seit meiner Rückkunft nach Europa hatte ich den lebhaftesten Wunsch, mich an einer Küste zu befinden, wo die *Raja Torpedo* gemein wäre, um die electrischen Erscheinungen, welche sie darbietet, mit denen zu vergleichen, die ich in Südamerika am *Gymnotus* beobachtet, und in einer in der ersten Klasse des Nationalinstituts verlesenen Abhandlung beschrieben habe. In La Rochelle, in Genua und in Civitá Vechiá wurde diese Erwartung nicht befriedigt. Der Zitterrochen wird daselbst nur selten und bloss in gewissen Jahrszeiten gefangen, und als wir in Genua einige erhielten, befanden wir uns gerade ohne Instrumente. Erst bei meinem neulichen Aufenthalte in Neapel ist es mir geglückt, diesen electrischen Fisch lebendig, in voller Stärke, von vorzüglicher Grösse, und so oft ich wollte, zu erhalten. Die Untersuchung, unter welchen Bedingungen er seinen Schlag geben, unter welchen er ihn nicht

geben kann, schien mir natürlich am wichtigsten, um einst den Grund dieser wunderbaren Phänomene selbst zu entdecken. Folgende Versuche habe ich darüber mit meinem Freunde Herrn Gay-Lussac angestellt, dessen Scharfsinn und Fertigkeit im Experimentiren hinlänglich bekannt ist. Ich werde mich bemühen, die Erscheinungen abgesondert von allen theoretischen Vermuthungen darzustellen; eine Absonderung, die bei einem Gegenstande, über welchen die Meinungen so getheilt sind, doppelt nothwendig wird.

1. Die Empfindung, welche der Zitterrochen erregt, ist der Empfindung des electrischen Entladungsschlages einer leidner Flasche zwar gewisser Massen analog, aber doch wesentlich von ihr verschieden. Sie ist durchdringender, convulsivischer, schmerzhafter, und wenn der Fisch schon kraftlos ist, dem Gefühle des Sehnenhüpfens ähnlich. Das Galvanisiren entblöfster Hautnerven in den Schultermuskeln, *(Latissimus dorsi,)* *) die Berührung der Zitterrochen, und die des Gymnotus haben Wirkungen in mir hervor gebracht, welche nur der Stärke nach von einander verschieden sind.

2. Niemand wagt es, sich den Schlägen eines frisch gefangenen, kraftvollen *Gymnotus* auszusetzen. Die gröfsern dieser Zitteraale haben über 6 Fufs Länge. Ich habe sie funfzehnpfündig und

*) Siehe meine *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser*, B. 1, S. 101. *v. Humboldt.*

5 Fuſs 3 Zoll lang geſehen. Als wir, Herr Bonpland und ich, im März 1800 in den Sümpfen von Bera mitten in den groſsen Steppen von Calabozo *) Zitteraale fiſchten, wurden in wenigen Minuten mehrere Pferde durch ſie getödtet. Der Gymnotus, längs dem Bauche des Pferdes hingleitend, trifft alle edlere Theile, Herz und Abdominalnerven zugleich. Das betäubte Pferd ſinkt zu Boden und erſtickt, weil es zu lange in ſeiner Lethargie unter dem Waſſer verweilt. Ich ſelbſt habe mehrere Tage lang den Schmerz gefühlt, welchen die wiederhohlten Schläge matterer Zitteraale mir in den Knieen und Armen zurück gelaſſen hatten.

Die Kraft des *Zitterrochens* iſt freilich nicht mit der jener electriſchen Tropenfiſche zu vergleichen. Doch iſt auch ſie fähig, aufs unangenehmſte zu erſchüttern, und ſelbſt Perſonen, welche an electriſche Schläge ſehr gewohnt ſind, ertragen nur mit Mühe die Schläge eines 4 Decimètres langen Zitterrochens, der bei voller Kraft iſt. Der Fiſch erſchüttert, während er *unter Waſſer* iſt, und nur wenn er ſchwächer wird, hemmt das Waſſer ſeine Wirkſamkeit. Herr Gay-Luſſac hat bemerkt, daſs man in dieſem Falle den Schlag nur erſt zu empfinden anfängt, wenn man den ermatte-

*) In der Provinz Venezuela in 8° 56′ nördlicher geogr. Breite. Man jagt Pferde in den Sumpf, um durch das Geräuſch den Zitteraal zu zwingen, an das Ufer zu kommen. *von Humboldt*.

ten und erschöpften Zitterrochen, während man ihn mit beiden Händen hält, über die Oberfläche des Wassers hebt. Es verhält sich mit dem Zitterrochen, wie mit den Fröschen bei galvani'schen Versuchen; die Bedingungen, unter welchen die Contractionen erfolgen, sind nach dem Grade der Reizbarkeit der Organe verschieden.

3. Ich habe in Südamerika die Bemerkung gemacht, daſs der *Gymnotus* die furchtbarsten Schläge ertheilt, ohne die mindeste Bewegung mit den Augen, mit dem Kopfe oder mit den Flossen zu machen. Ich habe die heftigsten Schläge empfangen, ohne daſs der Fisch sich äuſserlich mehr dabei bewegte, als ein Mensch, dessen Ideen von einem Objecte zum andern, oder von dunkler Verwirrung zur gröſsten Lebendigkeit übergehen. Ganz anders ist es mit dem *Zitterrochen*. Dieser bewegt die Brustflossen convulsivisch, so oft er seinen electrischen Schlag giebt, und man fühlt diesen Schlag schwächer oder stärker, je nachdem man den Fisch in einer kleinern oder gröſsern Fläche berührt. Die heftigste Muskelbewegung des *Gymnotus* ist übrigens gar nicht mit erschütternden Explosionen begleitet. Ich habe den Zitteraal in Händen gehabt, und indem er sich convulsivisch krümmte, um sich mir zu entwinden, fühlte ich keine Entladung. Dasselbe Individuum gab wenige Minuten darauf die heftigsten Schläge, ohne die äuſsere Lage seines Körpers zu verändern.

4. Man kann die electrifchen Organe eines Zitterrochens oder eines Gymnotus nicht nach Willkühr entladen, wie das mit einer leidner Flafche oder einer voltaifchen Säule der Fall ift. Man erhält nicht immer einen Schlag, wenn man einen electrifchen Fifch berührt. Oft kann man ihn mit beiden Händen zugleich berühren, ohne eine Erfchütterung zu fühlen, wie man auch die Kette fchliefse, und fo kraftvoll auch der Fifch fey. Man mufs ihn reizen, damit er den Schlag ertheile, und diefe Wirkung hängt, (wie wiederhohlte Verfuche, die ich in Südamerika mit Bonpland und in Neapel mit Gay-Luffac angeftellt habe, aufser allem Streite fetzen,) gänzlich von der *Willkühr* des Thiers ab, das feine electrifchen Organe vielleicht nicht immer geladen erhält. Es kann fie indefs mit einer bewundernswürdigen Schnelligkeit laden, denn es ift im Stande, eine lange Reihe von Schlägen zu ertheilen.

5. Will der Fifch den Schlag geben, fo erhält man die Erfchütterung, man mag mit einem einzigen Finger blofs eine Seite der electrifchen Organe berühren, oder zugleich mit beiden Händen die entgegen gefetzten Seiten derfelben anfaffen; auch ift es in beiden Fällen ganz gleichgültig, ob der, der ihn berührt, ifolirt ift, oder nicht. Doch nimmt beim *Zitterrochen* die Stärke des Schlags mit der Gröfse der Berührungsfläche zu; die Erfchütterung ift heftiger, wenn man die erlectrifchen Organe mit der flachen Hand, als wenn man fie blofs mit der Fingerfpitze berührt. Bei dem *Gymno-*

tus habe ich diefe Unterfchiede nicht bemerkt, felbft wenn feine reizende oder erfchütternde Kraft bereits fehr herab gefunken war. Der Zitterrochen erfchüttert nur dann, wenn man die electrifchen zelligen Organe unmittelbar berührt. Bei dem füdamerikanifchen Zitteraale erfolgt der Schlag, wenn man den Fifch auf dem Rücken ftreichelt.

6. Wenn ein Menfch, der ifolirt ift, den *Zitterrochen* mit einem einzigen Finger berührt, fo ift es unumgänglich nöthig, dafs er fich mit ihm in unmittelbare Berührung fetze. Auch wenn die beften electrifchen Leiter, z. B. Metall, diefe unmittelbare Berührung unterbrechen, fo fühlt man keinen Schlag. Daher kömmt es, dafs man den Fifch mit einem Schlüffel oder einem andern metallenen Inftrumente ungeftraft berühren kann, man fey ifolirt oder nicht.

7. Nachdem Herr Gay-Luffac diefe wichtige Bedingung bemerkt hatte, legten wir den Zitterrochen mit der untern Fläche der electrifchen Organe auf eine metallene Schüffel. Nie empfindet man, wenn man diefe Schüffel in der Hand hält, einen Schlag, felbft wenn ein anderer, der ifolirt ift, den Fifch reizt, und die convulfive Bewegung der Bruftfloffen die ftärkften Entladungen des electrifchen Fluidi anzeigt. — Berührt dagegen der, welcher die Schüffel hält, mit der andern Hand die obere Seite der electrifchen Organe, fo fühlt er in beiden Armen zugleich einen heftigen Schlag.

8. Daſſelbe iſt der Fall, wenn der Fiſch zwiſchen zwei metallenen Schüſſeln liegt, deren Ränder ſich nirgends berühren, und man dann an beide die Hände bringt. Berühren ſich dagegen die beiden Schüſſeln in irgend einem Punkte, ſo fühlt man nichts. Die Kette zwiſchen den beiden Seiten der electriſchen Organe iſt alsdann durch die metallenen Schüſſeln geſchloſſen, und die neue Verbindung durch den menſchlichen Körper ohne weitère Einwirkung.

9. Selbſt das empfindlichſte Electrometer zeigt nicht die mindeſte electriſche Spannung in den electriſchen Organen des Zitterrochens und des Zitteraals; und wie man es auch anbringe, dieſe Organe wirken darauf nicht im mindeſten, ſelbſt nicht wenn man den Fiſch iſolirt, ihn mit einer Metallplatte bedeckt, und dieſe durch einen Draht mit einem voltaïſchen Condenſator in Verbindung ſetzt. Es kündigt hier ſchlechterdings nichts ein Vermögen des Thiers an, die electriſche Spannung der daſſelbe umgebenden Körper zu verändern.

10. Da die electriſchen Fiſche im Zuſtande voller Geſundheit mit gleicher Kraft unter dem Waſſer als in der Luft wirken, ſo ſtellten wir, um das Leitungsvermögen dieſer Flüſſigkeit zu unterſuchen, folgende Verſuche an.

Wenn mehrere Menſchen eine Kette zwiſchen der obern und untern Fläche der electriſchen Organe des Zitterrochens bildeten, ſo empfand man nur dann einen Erſchütterungsſchlag, wenn ſie ihre Hände befeuchtet hatten. Zwei Menſchen, die mit der rechten Hand den Zitterrochen hielten und,

ſtatt ſich die linke Hand zu geben, zwei Metallſtäbe in einen iſolirten Waſſertropfen tauchten, erhielten ebenfalls den Schlag.]

11. Wenn man in dem eben beſchriebenen Verſuche eine Lichtflamme an die Stelle des Waſſertropfens ſetzt, ſo erfolgt keine Entladung des Fiſches, ſey es ein Zitterrochen oder ein Gymnotus. Sie tritt aber ein, ſo bald die Metallſpitzen ſich in der Lichtflamme unmittelbar berühren.

12. So wie in der Luft, ſo iſt auch im Waſſer unmittelbare Berührung mit dem Körper des Fiſches nöthig, wenn eine Wirkung erfolgen ſoll. In allen Kettenverbindungen, wie in §. 10, verhindert die dünneſte Luftſchicht, oder der geringſte Abſtand der Kettenglieder von einander die Fortpflanzung des electriſchen Schlages; und ſo gut auch das Waſſer leitet, ſo lebhafte Erſchütterungen man auch empfindet, indem man den Zitteraal oder den Zitterrochen, (wenn dieſer noch recht friſch und kraftvoll iſt,) unter dem Waſſer berührt, ſo iſt doch auch hier ſtets unmittelbare Berührung erforderlich. Die Wirkung erfolgt nie, wenn man ſich den Organen bloſs nähert, oder wenn eine auch noch ſo dünne Waſſerſchicht die ſich nahenden Finger von den Organen trennt. Dieſe Thatſache iſt um ſo merkwürdiger, da bei den galvani'ſchen Verſuchen es hinlänglich iſt, daſs man den Muskeln eines im Waſſer befindlichen präparirten Froſches die ſilberne Pincette nur bis auf 1 oder 2 Millimètres nähere, um Zuckungen zu erhalten.

Dies ſind die Hauptverſuche, welche wir, Herr Gay-Luſſac und ich, im verfloſſenen Monate in Neapel mit Zitterrochen angeſtellt haben. Einen geiſtreichen und ausgezeichneten Naturforſcher, Herrn von Buch, dürfen wir als Augenzeugen der meiſten derſelben anführen.

Vergleicht man unſre Reſultate mit dem, was Aldini in ſeinem *Mémoire ſur la torpille*, (*Eſſai théorique et experimental ſur le Galvanisme*, T. 2, p. 61,) dem einzigen Werke, welches wir bei der Hand hatten, von den Verſuchen Geoffroy's, Spallanzani's und Galvani's zuſammen geſtellt hat, ſo zeigt ſich, daſs man bisher eben nicht deutliche Ideen von den Bedingungen gehabt hat, unter denen der Zitterrochen ſeine Wirkungen bei der mittelbaren und unmittelbaren Berührung äuſsert.

Die Verſuche 4 und 9 beweiſen, daſs die electriſchen Organe des Zitterrochens ſich durch keine Spannung, keinen Ueberſchuſs an Ladung äuſsern. Man wird geneigt, ihre Wirkung eher mit der vereinten vieler kleiner leidner Flaſchen, als mit der Wirkung der voltaiſchen Säule zu vergleichen. Ohne Kettenverbindung findet keine Erſchütterung Statt. Von dem Gymnotus habe ich zwar oft ſtarke Schläge erhalten, wenn ich den Fiſch vermittelſt einer Metallſpitze berührte, und durch das dürre Holz des Fuſsbodens iſolirt war, oder wenn ich mich durch ſehr trockene Stricke mit ihm in Verbindung ſetzte; der Schmerz aber,

den ich dabei in den Füſsen empfand, läſst vermuthen, das die Iſolirung für die übermäſsige Kraft des Thieres zu unvollkommen war, und alſo doch in der That eine Kettenverbindung vorhanden war.

Wenn der Zitterrochen durch Pole wirkt, durch das Beſtreben nach Wiederherſtellung des electriſchen Gleichgewichts, ſo ſcheinen die Verſuche 6 und 7 zu beweiſen, daſs die Pole auf einer und derſelben Seite an der Oberfläche der electriſchen Organe neben einander liegen. Denn man fühlt den Entladungsſchlag, wenn man auch nur eine Stelle derſelben mit dem Finger berührt. Daſs eine Metallplatte, die ſich zwiſchen der Hand und dem Organe befindet, die Wirkung hemmt, (7) das ſucht man in der Hypotheſe, welcher zu Folge der electriſche Fiſch wie eine leidner Flaſche wirken ſoll, daraus zu erklären, daſs, weil die Entladung dann durch die Platte ſelbſt geſchieht, die Hand deſſen, der die Platte unterſtützt, ſich auſserhalb des Kreiſes der ſich ins Gleichgewicht ſetzenden Electricitäten befindet. Beweiſet aber der Verſuch 5, daſs auf einer und derſelben Fläche der electriſchen Organe poſitive und negative Pole neben einander liegen; ſo iſt es ſchwer einzuſehen, warum in Verſuch 8, (wenn die mit Metallplatten belegten untern und obern Flächen der Organe durch einen Menſchen, der beide berührt, entladen werden, und er nun die Erſchütterung in beiden Armen fühlt,) warum in dieſem Falle die + *E* der untern Fläche, ſtatt ſich durch den daneben lie-

genden positiven Pol zu sättigen, die —E der obern Fläche sucht. Hier ist man genöthigt, ein Hin- und Herströmen der + E von unten nach oben und von oben nach unten anzunehmen, welche nach den bisher bekannten electrischen Erscheinungen nicht recht zu begreifen ist.

Die Unempfindlichkeit aller Electrometer für die Einwirkung kraftvoller electrischer Fische ist ein Beweis, dass die electrischen Wirkungen in ihnen nicht auf die Art wie in der voltaischen Säule entstehen, und nicht aus der Theorie derselben erklärt werden können, dass sie vielmehr der Natur der leidner Flasche sich nähern.

Das Nichtleiten der Flamme, (11) welche sich bei allen andern electrischen Erscheinungen so wirksam zeigt, ist ebenfalls sehr auffallend.

Kennen wir also auch die Gesetze, nach denen die Entladungen der electrischen Fische erfolgen, so sind wir darum der Erklärung dieser *vitalen Erscheinungen* doch wohl noch weniger nahe, als viele unphysiologische Schriftsteller glauben. Geoffroy hat gezeigt, durch wie feine Nüancen die electrischen Organe der Zitterrochen sich von den analogen Organen der unelectrischen Rochen unterscheiden. *) Die Nerven spielen ohne Streit die größte Rolle in diesen Phänomenen, und der Physiologe, der das Ganze der *vitalen* Wirkungen umfaßt,

*) Geoffroy's Abhandlung findet man in den *Annalen*, XIV, 397. *d. H.*

würde mit Recht gegen den Physiker stimmen, der alles aus dem Contacte der eiweiss- und gallertartigen Materie der electrischen Organe mit den aponevrotischen Blättchen derselben erklärbar glaubte.

Verletzungen des Gehirns und der Nerven schwächen die so genannte electrische Kraft dieser Fische. Sie selbst laden ihre Organe nach Willkühr und plötzlich; denn viele heftige Schläge folgen oft schnell hinter einander. Die mechanische Betrachtung der *heterogenen* Theile, aus welchen die Zellen jener Organe bestehen, reicht demnach in der That nicht hin, so grosse Erscheinungen zu erklären. Man lähmt den Untersuchungsgeist und schadet dem Fortgange der Wissenschaften, so oft man für entschieden hält, was höchstens nur als wahrscheinlich geahndet werden darf.

II.

Ueber die fünffache Verschiedenheit der Körper in Rücksicht auf galvani'sches Leitungsvermögen,

vom

Professor Erman

in Berlin.

Durch frühere der Gesellschaft *) mitgetheilte Untersuchungen **) ist uns bekannt, daſs die Flamme, mit welcher gewisse Körper brennen, die höchst paradoxe Eigenschaft besitzt, einerseits als vollkommener Leiter zu wirken, wenn man sie an jeden einzelnen Pol der ungeschlossenen Säule anbringt, und anderseits, wenn man sie als Mittelglied zur Schlieſsung des Kreises nimmt, den negativen Effekt durchaus zu isoliren, während sie den positiven nach wie vor auf das vollkommenste leitet. Da mir nichts bekannt war, was die entfernteste Analogie mit dieser Erscheinung hätte, (ausgenom-

*) Der *philomathischen* zu Berlin, für die der Aufsatz bestimmt war. *Erm.*

**) Ueber die Fähigkeit der Flamme, der Knochen und des luftleeren Raums, die Wirkungen der voltaischen Säule zu leiten, von Erman, in den *Annalen*, Jun. 1802, oder Band XI, S. 143 f. *d. H.*

men allenfalls die entgegen gesetzten Wirkungen der erhitzten Luft beim Sammeln und Zerstreuen der Electricität,) so versuchte ich damahls, die Untersuchungen über die Ursache des Phänomens fürs erste an diese Analogie zu knüpfen. Niemand konnte jedoch die Mängel dieser Hypothese mehr als ich selbst fühlen. Die Zweifel, welche Herr Doctor Bünzen in Kopenhagen *) und einige andere gegen die Richtigkeit meiner Erklärung erhoben, waren mir also keinesweges unerwartet, aber eben deſshalb um so erfreulicher, da sie mir die Hoffnung gewährten, in dieser wichtigen und schwierigen Sache thätige Mitarbeiter gefunden zu haben. Da mir aber seitdem keine weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand zu Gesichte gekommen sind, so erlaube man mir hiermit, Bericht abzustatten, über die Ansicht, welche ich durch fortgesetztes Forschen gewonnen habe. Gern bescheide ich mich, daſs auch hier der bessere Standpunkt nur als ein augenblicklicher Ruhepunkt zu betrachten ist, von welchem aus noch sehr bedeutende Fortschritte gemacht werden müssen.

1.

Wenn wir uns irgend einen Körper als schlieſsendes Mittelglied an beiden Polen der Säule ange-

*) Siehe dessen galvani'sche Versuche mit auſserordentlichen mächtigen Säulen, in den *Annalen*, XV, 340 f., Seite 352. *d. H.*

bracht denken, so sind an und für sich, und abgesehen von jeder Erfahrung, *fünf Fälle* möglich. Dass sie auch alle in der Wirklichkeit, und zwar mit Bestimmtheit, bei specifisch verschiedenen Substanzen Statt finden, dieses hoffe ich jetzt durch unumstössliche Thatsachen zu beweisen.

Um mich aber kürzer und bestimmter ausdrucken zu können, schlage ich folgende Nomenclatur vor, zur Bezeichnung der fünffach verschiedenen Modification des Leitungsvermögens, wie ich sie wahrgenommen habe. Dass diese Nomenclatur, wie jede andere, den Veränderungen unterworfen bleibt, die aus einer noch tiefern Ergründung der Thatsachen hervor gehen können, versteht sich ungesagt.

Der

Der von Pol zu Pol an die Säule angebrachte Körper ist

Nicht-Leiter (*isolirend*)

Ite Klasse.

Man kann durch ihn keinen der einzelnen Pole weder laden noch entladen. Im Conflicte der beiden Pole hemmet er folglich alle wechselseitige Wirkung jedes Pols. Der Kreis ist *nicht* geschlossen.

Leiter.

Man kann durch ihn jeden einzeln. Pol entladen, und den entgegen gesetzten laden. Bei Anlegung des Leiters von Pol zu Pol kann er sich zeigen, als

Vollkommener Leiter.

IIte Klasse.

Jede Wirkung eines individuellen Pols, des positiven so wie des negativen, verschwindet bei der Anlegung. Der Kreis ist *vollkommen geschlossen.*

Unvollkommener Leiter.

Die specifischen Wirkungen der individuell. Pole sind während der Anlegung noch wahrnehmbar.

Bi-Polar. *IIIte Klasse.*

Die specifischen Wirkungen beider Pole sind am Leiter selbst zugleich wahrnehmbar. Der unvollkommene Leiter theilt sich in zwei Zonen, wovon die eine den positiven, die andere den negativen Effect zeigt. Der Kreis ist *unvollkommen* geschlossen.

Uni-Polar.

Die specifischen Wirkungen nur eines einzigen Pols sind am Leiter wahrnehmbar. Der Körper, der den Effect jedes einzelnen Pols leitete, leitet während des Conflicts beider, nur den Effect des einen; der andere bleibt isolirt. Der Kreis ist *nicht* geschlossen.

Positiv.-Uni-Polar. *IVte Klasse.*

Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter isolirt im Conflicte den negativen Effect, und leitet nur den positiven. Daher bleibt nach ableitender Berührung dieses Mittelgliedes der negative Pol auf das Maximum geladen, und der positive durchaus entladen.

Negativ.-Uni-Polar. *Vte Klasse.*

Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter isolirt im Conflicte den positiven Effect, und leitet nur den negativen. Daher bleibt nach ableitender Berührung dieses Mittelgliedes der positive Pol auf das Maximum geladen, und der negative durchaus entladen.

2.

Die Disjunction zwischen *vollkommenen Isolatoren* und *vollkommenen Leitern* wurde am frühesten an der Säule wahrgenommen; und ob man zwar glauben kann, daſs in dieser Hinsicht keine erhebliche Entdeckungen zu machen übrig bleiben, so ist doch sehr zu wünschen, daſs man die Sache nicht für so ganz abgemacht halte; denn es ist möglich, daſs auch hier noch wichtige Modificationen des Leitungsvermögens im Verborgenen existiren. So ist es zum Beispiel noch nicht factisch erwiesen, ob bei den so genannten vollkommenen Leitern nicht Grade des Leitungsvermögens Statt finden. Man ist geneigt, z. B. alle Metalle als gleich gute Leiter anzusehen: ich wünschte, daſs man diesen Satz nicht so unbedingt annähme, ehe eine directe Messung es bei allen bestätigte. Ja, wer weiſs sogar, ob nicht am Ende noch bei irgend einem Metalle gewisse Eigenschaften ans Licht treten, die in Rücksicht auf galvani'sche Electricität denen analog sind, welche den Kobalt, das Eisen und den Nickel in Rücksicht auf Magnetismus so ausgezeichnet charakterisiren.

Was die *dritte* Klasse anbelangt, so werde ich für jetzt nichts zu demjenigen hinzu fügen, was früher über die Phänomene der *Bi-Polar-Leiter* gesagt worden. *) Vielleicht ist ihre Wirkungsart am besten

*) In der Abhandlung des Hrn. Prof. Erman, womit Band X der Annalen beginnt. *d. H.*

durch Vergleichung mit der der *Uni-Polar-Leiter* zu ergründen. Ich begnüge mich alſo damit, hier über die paradoxe Exiſtenz der beiden Arten von *Uni-Polar-Leitern* einige Bemerkungen mitzutheilen.

3. *Poſitiv-Uni-Polar-Leiter.* (IVte Klaſſe.)

Die am Eingange erwähnte Vorleſung enthielt bereits einige hierher gehörige Thatſachen. Ich werde ſie deſſen ungeachtet kurz wiederhohlen, um die Ueberſicht des Ganzen zu erleichtern, um einige der ſpäter gemachten Erfahrungen beſſer einſchalten zu können, und um die früher gegebene hypothetiſche Erklärung dadurch einer ſtrengern Kritik zu unterwerfen.

Eine thätige Säule ſey ſo vollkommen wie möglich auf einer nicht-electrophoriſchen Harzfläche von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuſs Durchmeſſer iſolirt, und mit jedem Pole ſey ein empfindliches Electrometer verbunden.

a. Die *Flamme* einer eben ſo ſorgfältig iſolirten *Weingeiſtlampe* berühre bald den einen, bald den andern Polardraht; am entgegen geſetzten Electrometer findet hierbei keine wahrnehmbare Veränderung der Divergenz Statt.

b. Wird aber die den einen Pol berührende Flamme in leitende Verbindung mit dem Boden gebracht, ſo erhält jedes Mahl das Electrometer des entgegen geſetzten Pols das Maximum der Divergenz; und zwar iſt dieſe Wirkung an beiden Polen

durchaus gleich. Auch zerſtört die nicht-iſolirte Flamme jede vorher beigebrachte Divergenz des Pols, den ſie berührt.

Die Flamme des Weingeiſtes wirkt alſo wie der beſte vollkommene Leiter, wenn ſie an jeden einzelnen Pol angebracht wird.

c. Verbindet man beide Polardrähte mit derſelben iſolirten Flamme, ſo zeigen die Electrometer durch ihre Divergenz, die nach wie vor dauert, daſs der Kreis durchaus nicht geſchloſſen iſt, und daſs alſo die leitende Eigenſchaft der Flamme im Conflicte beider Pole durchaus verloren gegangen iſt. Auch findet durch Vermittelung der Flamme weder Waſſerzerſetzung, noch irgend ein anderer chemiſcher Prozeſs Statt. — Berührt man während der Application der Flamme irgend einen Pol ableitend, ſo erhält dadurch das entgegen geſetzte Electrometer das Maximum der Divergenz eben ſo, als wenn ſich die Säule in der vollkommenſten Iſolation befände.

d. Berührt man aber die Flamme ſelbſt ableitend, ſo bekömmt der negative Pol das volle Maximum ſeiner Divergenz, und der poſitive verliert jede Spur davon, wenn man ihm auch früher abſichtlich die gröſstmögliche Divergenz ertheilt hätte, und es iſt ganz unmöglich, durch Vermittelung der Flamme auf den negativen Pol zu wirken.

Die Flamme des Weingeiſtes leitet alſo im Conflicte, nach, wie vor, den poſitiven Effect ganz vollkommen; für den negativen iſt ſie aber ein eben

so vortrefflicher Isolator geworden: sie ist ein *positiv-unipolarer Leiter.*

Sehr auffallend ist der ausgebreitete Wirkungskreis dieser leitenden Kraft der Flamme für den positiven Effect. Man bringt nicht nur durch die unmittelbare Berührung der Flamme das negative Electrometer zur höchsten Divergenz, sondern es findet auch schon die Wirkung Statt, wenn nur der Zuleiter, der mit dem Boden in Verbindung ist, sich der Spitze der Flamme nähert. Die positive Electricität ist völlig abgeleitet, und der Minuspol dem entsprechend geladen, wenn man mit einer unisolirten metallenen Spitze oder Scheibe, oder auch mit der blossen Hand über die Flamme in einer Entfernung von mehrern Zollen, ja von einigen Fussen langsam wegfährt.

Diese merkwürdige Ausbreitung des positiven Wirkungskreises der Flamme ist es ganz eigentlich, was mich auf die Hypothese einer Zerstreuung des $+E$ durch die Flamme gebracht hatte. Der ausgezeichnete Einfluss der chemischen Constistution des Körpers, von dem die Flamme entsteht, auf das Phänomen dieses anomalen Leitungsvermögens, hat mich aber zuerst belehrt, dass der Grund dieser Erscheinungen viel tiefer liegt, und die gleich zu erwähnende Auffindung der *negativ-unipolar*-leitenden Eigenschaft, bei Körpern von festem Aggregationszustande, bewährte diese Ansicht als die bessere.

Es ist in der That auffallend, dass man, trotz der vollständigsten Auseinandersetzung der Verbrennungsprozesse, oft noch geneigt ist, von der Flamme im Allgemeinen, als von etwas absolutem und in jedem Falle sich gleich seyendem, gemeinschaftliche Eigenschaften zu prädiciren. Die mit so vielem Eifer bestrittene Frage: ob die Flamme zu den Leitern oder Isolatoren der galvani'schen Electricität gehöre, trägt so offenbar diesen logischen Fehler an der Stirn, dass es in der That sonderbar genug ist, dass keiner früher auf diesen wesentlichen Umstand geachtet hat. Als Resultat der comparativen Untersuchungen, die ich von diesem Gesichtspunkte aus anstellte, treten die electrischen Erscheinungen der Flamme an der Säule mit der ausgezeichnetsten Verschiedenheit hervor, je nachdem die brennbaren Körper, von welchen die Flamme herrührt, in ihrer chemischen Constitution verschieden sind.

Die Flamme aller Substanzen, welche in ihrer Mischung Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, ist, wie natürlich, mit der Flamme des Weingeistes überein stimmend: sie leitet vollkommen jeden einzelnen Pol, bei Schliessung der Kette gehört sie aber ganz ausschliessend dem positiven zu. *Naphtha*, *fette* und *ätherische Oehle*, *Bernstein*, *Kampher*, *Harze*, *Wachs* und *Talg* geben unipolar-positive Flammen.

Der Kohlenstoff ist aber zu dieser Wirkung keine nothwendige Bedingung. Ich füllte oft ein Gazo-

meter mit chemisch-reinem *Wasserstoffgas*, und fand jedes Mahl, dass die Flamme dieses Gas ebenfalls für jeden einzelnen Pol ein vollkommener Leiter war, dass sie aber im Conflicte der beiden Pole dem positiven ganz ausschliessend zugehörte, und den negativen absolut isolirte.

Die Flamme des *Schwefels* hingegen isolirte durchaus jeden Effect der Säule; es ist unmöglich, durch ihre Vermittelung irgend einen Pol zu laden; es findet folglich auch dieselbe Isolation an beiden Polen Statt, wenn die Flamme des Schwefels angewendet wird, den Kreis zu schliessen. Wie peremtorisch aber die chemische Constitution des brennenden Körpers auf den Leitungsprozess entscheidet, sieht man ein, wenn dem Schwefel irgend ein kohlenstoff- oder wasserstoffhaltender Körper beigemengt wird. So isolirt zum Beispiel die Flamme der Schwefelfäden die Electricität der Säule nicht, sondern sie tritt wegen des ungemein geringen Antheils von Kohlenstoff und Wasserstoff des vegetabilischen Fadens, mit einer auffallenden Bestimmtheit in die Klasse der *Positiv-Unipolar-Leiter*.

Höchst merkwürdig ist die Eigenschaft, welche der Flamme des *Phosphors* zukömmt. Einzeln an jeden Pol angebracht, entladet sie ihn, und ladet den entgegen gesetzten; im Conflicte aber weicht sie durchaus ab von den Eigenschaften aller andern Flammen, die ich geprüft habe. Sie ist *negativ unipolar;* das heisst, wenn man sie als Mittelglied zur

Schliefsung der Kette anwendet, fo leitet fie vorzugsweife den negativen Effect; denn ihre ableitende Berührung ladet den pofitiven Pol und nimmt dem negativen jede Divergenz, fo wohl die natürliche, als auch die, welche vorher künftlich beigebracht worden. Daher findet bei ihr ebenfalls keine Schliefsung der Kette Statt, aber aus ganz entgegen gefetzten Gründen. Um die Wirkung des flammenden Phosphors ganz rein zu erhalten, und die etwanige Concurrenz des Wafferftoffs ganz zu vermeiden, habe ich die Vorficht gebraucht, die zu verbrennenden Phosphorftücke nicht nur vom anhängenden Waffer und Oxyd durch mechanifche Mittel zu befreien, fondern ich hielt fie auch 24 St. vorher in einem Gefäfse mit falzfaurer Kalkerde verfchloffen. Werden dem Phosphor wafferftoff- oder kohlenftoffhaltige Subftanzen, z. B. Kampher oder ätherifche Oehle, fo zugemengt, dafs fie zugleich mit ihm brennen, fo ertheilen diefe augenblicklich der Flamme des Phosphors die Eigenfchaft, *pofitiv-unipolar* zu werden. *)

*) Die Unterfuchung des brennenden Phosphors ift äufserft fchwierig; und bis ich ein befferes Mittel aufgefunden habe, fie mit völliger Sicherheit und mehrerer Dauer anzuftellen, mufs ich mich leider mit etwas fchwankenden Refultaten begnügen, trotz aller Wiederhohlungen. Das Auge mufs dem brennenden Phosphor nahe genug gebracht werden um vollkommen ficher zu feyn, dafs die Drähte im Momente der electrofkopifchen Beob-

Einiges Nachdenken über die Refultate diefer Verfuche belehrt uns hinlänglich von dem Mangelhaften der oben erwähnten Hypothefe. Wenn die fpecififche Leitungsart der Flamme des Weingeiftes

achtung fich auch beide in der fehr unruhigen Flamme befinden, und im nämlichen Augenblicke mufs es fich auf die Electrometer wenden, um die Wirkung eines jeden comparativ wahrzunehmen. Nun geht der erfte und günftigfte Augenblick der Beobachtung, wo noch wenig Säure erzeugt, und wenig Phosphor fublimirt worden, ganz verloren, weil nach allen Richtungen und in bedeutender Entfernung brennende Maffe verfpritzt wird, die nur gar zu leicht das nahe gehaltene Auge auf immer unbrauchbar machen kann. Hat fich die ruhigere Verbrennung eingeftellt, (die doch vielleicht fchon von der frühern chemifch verfchieden ift,) fo findet fich am blendenden Lichte ein eben fo grofses Hindernifs. Das Auge wird davon fo überreizt, dafs man in den erften Secunden die feine Unterfuchung der zarten Goldblättchen nicht mit Sicherheit anftellen kann; während fich die Sehkraft wieder gefammelt hat, hat fich aber Höhe und Richtung der Flamme in Beziehung auf die Drähte wieder etwas geändert, oder diefe Aenderung war wenigftens möglich und höchft wahrfcheinlich. Es ift auch wohl zufälliger Weife von dem Phosphor felbft etwas continuirlich zwifchen beide Drähte angefpritzt oder gar fublimirt worden, und die Beobachtung mufs von vorn an wiederhohlt werden. Diefe Schwierigkeiten zu überwinden, kenne ich nur zwei Mittel: die fehr häufige Wiederhohlung und allenfalls das Vor-

von ihrem zerſtreuenden Vermögen herrührte, ſo müſsten ganz unbedingt die Flamme des Schwefels und die des Phosphors gleiche Wirkungen hervor bringen. Da die erſte aber alles, die zweite ſogar

halten einer Brillenmaske. Ich habe beide oft angewendet, und kann deſſen ungeachtet *nur* folgende Punkte als peremtoriſch entſchieden anſehen.

1. Die Flamme des Phosphors weicht ganz beſtimmt von der der hydrocarboniſirten Körper ab. Sie iſt durchaus *nicht* unipolar-poſitiv.

2. Sie nähert ſich auſserordentlich den negativ-unipolaren Leitern; meiſtens wirkt ſie ganz wie dieſe. Ob die Abweichungen, die ich einige Mahl wahrnahm, zufällig oder weſentlich waren, kann ich noch nicht entſcheiden.

3. Die Zumiſchung von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ändert die Flamme des Phosphors ganz auffallend, und macht ſie unipolar-poſitiv.

4. *Ich* erhielt nie Bipolar-Contractionen; ob ſie an und für ſich unmöglich ſind, darf ich nicht behaupten, glaube es aber feſt, weil ich, nach dem, was ich geſehen habe, die Flamme des Phosphors für unipolar-negativ halten muſs.

Ich erwähne dieſe Umſtände *Ein Mahl* und hauptſächlich zur Steuer der Wahrheit, um mich für *alle* im Aufſatze erwähnte Thatſachen, wie ich ſie erwähnte, ohne Ausnahme ganz verbürgen zu können; und *zweitens*, damit nicht irgend jemand, der ungewarnt den Verſuch wiederhohlen wollte, eine traurige Verletzung des Auges erleide, wie ich denn ſelbſt, trotz aller Vorſicht, einige Mahl ganz nahe daran war. Ich wünſche ſehr,

den negativen Effect isolirt; und da das Hinzufügen eines Hydrogen oder Kohle enthaltenden Körpers diese Flammen alle in *positiv-unipolare* verwandelt: so ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass diese Anomalieen des Leitungsvermögens der Flammen nicht von einem so zu sagen mechanischen Grunde herrühren; das Detail der Phänomene scheint vielmehr auf eigenthümliche Verwandtschaften der + und — *E* mit diesen oder jenen Substanzen zu führen. Am Schlusse dieser Abhandlung werde ich diese Ansicht noch durch mehrere Gründe bestätigen: hier aber wird der Ort seyn, einen nicht ganz unwichtigen Satz in der Lehre vom Galvanismus einzuschalten, indem es sich gleich ausweisen wird, wie er mit dem abgehandelten Gegenstande zusammen hängt.

4.

Der Satz ist folgender: *Man erhält Contractionen auch an einem einzelnen Pole der Säule ohne Schliessung des Kreises.*

Wenn nämlich dieser Pol durch vorher gegangene ableitende Berührung des entgegen gesetzten Pols

dass man ein Mittel finde, diese unangenehmen Hindernisse wegzuschaffen; mir ist es noch nicht vollkommen gelungen. Beiläufig: ist es blosse Täuschung, oder ist wirklich die Flamme des Phosphors viel undurchsichtiger, als die Hydrocarbonisirten? Vermuthlich bloss ein subjectiver Effect der Blendung. *Erman.*

auf das Maximum der Ladung gebracht worden, und nun diese Ladung sich durch Vermittelung eines sehr reizbaren thierischen Theiles in den Boden ergieſst, so wird dieser thierische Theil, ungeachtet die Säule dabei ganz offen bleibt, doch eine sehr ausgezeichnete Incitation der Myotilität darthun. Dies ist das Theorem; folgendes die Art, wie ich darauf gekommen bin, und der Beweis.

Ich hatte durch frühere Untersuchungen gezeigt, daſs Herr von Humboldt mit vollem Rechte behauptet habe, man könne durch Vermittelung der Flamme keine physiologisch-galvani'sche Erscheinungen erhalten. Die französischen Physiker sprechen aber immerfort von Reizversuchen, die unter solchen Umständen manchmahl gelingen, oft aber nicht. Auch machte Herr Doctor Bunzen gegen meine Vertheidigung des Humboldt'schen Satzes die Einwendung, daſs bei Schlieſsung seiner Säule von 2000 Paaren an der Flamme doch Contractionen entständen. Ich entschloſs mich also, diese anomalen Erscheinungen, die mir selbst längst bekannt waren, die ich aber auſserwesentlichen Umständen zuschrieb, noch ein Mahl einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Ich ging bei ihr von der Definition der positiv-unipolaren Leiter aus; sie stimmte in ihrem Resultate durchaus mit derselben überein.

Man habe eine vollkommen isolirte Säule, und eine eben so isolirte hydrocarbonisirte Flamme. Das sehr reizbare Froschpräparat sey am negativen Pole

als vermittelndes Glied angebracht. Nun ſchlieſse man den Kreis an der Flamme mit einem völlig iſolirten Auslader; es wird nie die mindeſte Spur einer Contraction Statt finden, da die Flamme nur den poſitiven Effect leitet, den negativen aber ganz vollkommen iſolirt. Wiederhohlt man aber die Schlieſsung mit dem einzigen Unterſchiede, daſs der Auslader nicht iſolirt gehalten wird, ſo entſtehen augenblicklich Contractionen, die auch nie ausbleiben, ſo lange das Subject den gehörigen Grad der Incitabilität behält.

Die Theorie dieſer Erſcheinung war nunmehr nicht ſchwer zu finden. Der an die Flamme angebrachte uniſolirte Leiter ladet jedes Mahl den negativen Pol, und mit ihm das daran gebrachte Präparat auf das Maximum. Bringt man nun ferner den uniſolirten Auslader an das Präparat, als wollte man ſchlieſsen, ſo entladet ſich dieſes in den Boden, und der Muskularreiz findet Statt im Momente der Entladung. Dieſen Verlauf beſtätigt vollkommen der Gang der Electrometer. Die Flamme dient hier alſo durchaus nur als Mittel, den negativen Pol zu laden, und der einzige Grund der Contraction iſt der plötzliche Uebergang dieſer negativen Ladung in den Boden durch die organiſchen Theile hindurch.

Iſt dieſe Theorie richtig, ſo muſs man gerade dieſelben Phänomene erhalten, wenn auch keine Flamme im Spiele iſt. Und das iſt in der That der Fall. Alles bleibe wie vorher, nur löſche man

die Flamme aus, lade aber den negativen Pol durch vorüber gehende unmittelbare Berührung des positiven Pols, und entlade ihn alsdann durch Berührung des daselbst angebrachten Präparats. Die Contractionen werden nie ausbleiben, und den vorigen in allen Stücken gleich seyn.

Durch diese Versuche wird nun der Humboldt'sche Satz völlig erwiesen; die Flamme gewährt nie Contractionen durch Schliessung des Kreises, und wir erhalten zugleich einen angenehmen Zuwachs unsrer Erkenntniss, nämlich das vorher erwähnte Theorem. Ich schlage vor, diese, ohne Schliessung des Kreises durch blosse Vermittelung des Bodens eintretende physiologische Wirkung *Unipolar-Contractionen* zu nennen, um sie von den bisher bekannten, wo der Kreis wirklich von Pol zu Pol geschlossen wird, und welche die *Bipolaren* heissen mögen, zu unterscheiden.

Um schliesslich nur ein einziges Beispiel von dem wichtigen Einflusse dieser Untersuchungen zu geben, diene Folgendes: Herr Lehot, und mehrere vor und nach ihm, glauben durch äusserst feine Beobachtung der Bipolar-Contractionen dargethan zu haben, dass es zur Reizung der Myotilität nicht gleichgültig ist, ob die electrische Wirkung von den Nerven zu den Muskeln, oder umgekehrt von den Muskeln zu den Nerven gehe. *) Die blosse Ahnung eines solchen Unterschiedes flösst Ehrfurcht

*) Lehot in den *Annalen*, IX, 188. d. H.

ein, wenn wir, wie doch der Sinn ist, statt Nerve, Mittelpunkt der Gehirnthätigkeit sagen, und uns unter Muskel den peripherischen Radius der Spontaneität denken. Um so mehr thut es mir leid, eine so erhabene Ansicht nicht bestätigt zu finden. Bei den Bipolar-Contractionen ist es vielleicht unmöglich, das Quantitative und die Richtung einer jeden specifischen Wirkung beider Pole rein zu bestimmen. Bei denjenigen Contractionen hingegen, wo wir es mit einem einzigen Pole und dem bloss passiven Boden zu thun haben, spricht sich die Ursache mit der grösstmöglichen Einfachheit aus. Nun aber finde ich eben hier bei diesen unipolaren Contractionen, dass es durchaus gleich ist, ob, (um den Franklinischen Sprachgebrauch anzuwenden,) die Electricität am Pluspole von den Nerven aus durch die Muskeln progressiv in den Boden strömt, oder ob sie sich umgekehrt vom Boden her durch die Muskeln zu den Nerven und so fort zum negativen Pole regressiv bewegt. Die Untersuchung ist übrigens äusserst leicht anzustellen. Die gehörig energische Säule von ungefähr 100 Zink- und Silberplatten sey auf das allervollkommenste isolirt, und habe durch gleichmässige Theilung ihre beiden Pole nach oben gekehrt. Die Muskeln des so eben secirten erregbaren Subjekts legt man auf den positiven Pol, so dass die Nerven ganz frei herab hängen. Man berührt nun den negativen Pol ableitend; der positive wird dadurch aufs höchste geladen. Während das Electrometer dieses noch

anzeigt, bringe man die Nerven in continuirliche Leitung mit dem Boden: es wird eine heftige Contraction Statt finden; und doch ging hier die Action von Muskel in den Nerven zum Boden über. Man versuche nun schnell hinter einander die drei übrigen Combinationen:

+ *E*, Nerve, Muskel, Boden
— *E*, Muskel, Nerve, Boden
— *E*, Nerve, Muskel, Boden.

Man wird bei allen identische Wirkungen erhalten, welches diesen Hoffnungen der Physiologie keinen glänzenden Ausgang verspricht.

Von einigen chemischen und physischen unipolaren Wirkungen nehme ich mir vor, bei einer andern Gelegenheit ein Mehreres zu sagen, und kehre nach dieser Art von Abschweifung zum eigentlichen Gegenstande dieser Vorlesung zurück.

5. *Negativ-unipolare Leiter.*

Folgende Thatsachen beweisen die Existenz der Substanzen, die, an jedem einzelnen Pole angebracht, die Electricität der Säule vollkommen leiten, die aber als Zwischenmittel bei Schliessung des Kreises nur die negative Electricität leiten, während sie den positiven Effect ganz isoliren.

Der Wunsch, alle mögliche Modificationen des Leitungsvermögens in der Realität aufzufinden, spornte mich an, eine grosse Menge von Körpern in dieser Hinsicht zu prüfen. Die Analogieen, nach welchen ich suchte, waren aber sehr mangelhaft, und

und ich erreichte nur ſpät meinen Zweck. Die immer etwas ſchwankende Eigenthümlichkeit der Flamme des Phosphors, die ſie zum *Negativ-uni-polar-Leiter* zu eignen ſcheint, entdeckte ich erſt, nachdem ich dieſelbe Eigenſchaft mit der ausgezeichnetſten Beſtimmtheit bei einigen feſten Subſtanzen, unabhängig von jeder Verbrennung oder Verdampfung wahrgenommen hatte. Die Subſtanzen dieſer Art, die ich als normal anführen kann, ſind der *concrete trockene thieriſche Eiweiſsſtoff* und die *feſten alkaliſchen Seiſen* jeder Art, wenn ſie nur bis zum höchſten Grad der Trockenheit gebracht werden.

a. Es ſey eine vollkommen iſolirte Säule mit ihren Polarelectrometern verſehen. Berührt man irgend einen Pol mit einer auch noch ſo groſsen Maſſe von höchſt trockener *Seiſe*, die man frei in der Hand hält, ſo verliert der berührte Pol augenblicklich alle ſeine Divergenz, und der entgegengeſetzte erhält das correſpondirende Maximum der Spannung. *Die trockene Seiſe leitet alſo an jedem einzelnen Pole* eben ſo vollkommen, als ein metalliſcher Zuleiter; die trockene ganz ſo gut wie die am Berührungspunkte benetzte, und zwar iſt an keinem der beiden Pole irgend eine Verſchiedenheit in der Quantität der Wirkung wahrzunehmen. Die Folge wird lehren, daſs die zwei letztern Umſtände von Wichtigkeit ſind; ich habe ſie durch Meſſungen mit Volta's Electrometer ſo genau wie möglich geprüft.

b. Steckt man nun die Enden der beiden Polardrähte der Säule in eine und dieselbe Masse Seife, die man vollkommen isolirt hat, so zeigen sich, trotz der vorher beobachteten leitenden Eigenschaft der Seife, die Pole der Säule vollkommen isolirt. Wenn man sie vorher abgeglichen hat, so tritt an jedem eben die Divergenz ein, als wenn sie nicht die mindeste Verbindung mit einander hätten, und man kann jeden einzelnen auf das Maximum laden: der Kreis ist durchaus nicht geschlossen.

c. So bald man aber die Seife in ableitende Berührung mit dem Boden bringt, so divergirt augenblicklich das Electrometer des positiven Pols auf das äusserste; das negative hingegen hat alle Divergenz verloren, eben so, als hätte man bei einer isolirten Säule den negativen Pol geradezu berührt. *Die Totalität der Seife gehört also im Conflicte ausschliessend dem negativen Effecte zu*, und isolirt den positiven so vollkommen, dass man mit der feinsten Spitze ganz dicht am positiven Drahte keinen Punkt auffinden kann, durch dessen Berührung man dem positiven Pole auch das mindeste von seiner Ladung entziehen könnte.

Man erhält den auffallendsten Beweis dieser paradoxen Eigenschaft, wenn man mit benetztem Finger zugleich den negativen in die Seife gehenden Polardraht, und die Seife selbst berührt. Es wird keine Erschütterung Statt finden, und die Electrometer zeigen nicht die mindeste Aenderung in ihren respectiven Divergenzen, das positive bleibt null,

und das negative erreicht das Maximum eben so wie durch blosse Anlegung der Hand an die Seife. Wiederhohlt man aber diesen Versuch so, dass man mit benetzten Fingern am positiven Drahte und an der Seife schliesst, so erhält man eine Erschütterung, die Electricitäten sind beide abgeglichen und der Kreis ist geschlossen.

Es ist also hierdurch erwiesen, dass auch die fünfte Klasse von Leitern in der Wirklichkeit vorhanden ist, und dass die Seife ein *negativ-unipolarer Leiter* ist. Dieselben Versuche beweisen das nämliche vom concreten Eiweissstoffe.

Wir wollen diese räthselhaften Wirkungen noch weiter verfolgen; die interessantesten Thatsachen werden die Belohnung unsers Forschens seyn.

Man unterbreche die Continuität eines der in der Seife befestigten Drähte, und schalte daran einen *Gasapparat* ein. Es folgt aus dem Gesagten, dass keine Wasserzersetzung Statt finden kann, so lange die Polardrähte lediglich durch Vermittelung der Seife auf einander wirken, indem die völlige Isolation des positiven Effects jede chemische Action verhindert. Befeuchtet man nun einen kleinen Schwamm oder eine Tuchscheibe mit Wasser, und legt sie so an den negativen Polardraht, dass sie zugleich die Fläche der Seife berührt, so bleibt alles wie zuvor; es findet keine Gasentwickelung Statt. So bald man aber den feuchten Leiter zwischen den positiven Draht und die Substanz der Seife andrückt, so stellt sich augenblicklich die Wasserzersetzung

mit voller Energie ein, und die Electrometer bezeugen zugleich, daſs die Dazwiſchenkunft der feuchten Leiter die anomale Wirkung der Seife augenblicklich in das vollkommenſte Leitungsvermögen verwandelt hat. Zu dieſer Metamorphoſe iſt die geringſte Quantität Feuchtigkeit ſchon hinreichend. Ich habe oft geſehen, daſs eine Metallplatte, die ich ein einziges Mahl angebracht hatte, die Waſſerzerſetzung vermittelte, wenn ich ſie im feuchten Zuſtande in gemeinſchaftliche Berührung mit dem poſitiven Polardrahte und der Seife gebracht hatte, indeſs daſſelbe Metallſtück in ſeinem gewöhnlichen trockenen Zuſtande durchaus nichts ähnliches hervor brachte. Dieſe Wirkung gehört übrigens dem Waſſer als ſolchem zu, und nicht etwa der bloſsen Liquidität; denn tropfbare, aber nicht wäſſerige Körper, die man in einer kleinen Höhlung zwiſchen dem poſitiven Drahte und der Seife anbringt, ändern durchaus nichts an der anomalen Leitungsart der Seife, wie ich es bei Queckſilber, Naphtha und verſchiedenen Oehlen oft gefunden habe.

Das am Inſertionspunkte des poſitiven Drahts angebrachte Waſſer erleidet eine chemiſche Zerſetzung; denn nach der verſchiedenen Natur des Polardrahts entſteht dort an ihm häufiges Oxyd, oder eine Gasart, die bei der Viscidität des Seifenwaſſers ſogleich als Schaum erſcheint. Auch iſt die Zeit, während der die angelegten feuchten Leiter den Kreis wirkſam ſchlieſsen, immer beſchränkt, im

geraden Verhältniſſe der Waſſermenge und im umgekehrten der Energie der Säule. In jedem Falle aber haben die electrometriſchen und chemiſchen Wirkungen, welche von der Vermittelung des angebrachten Waſſers herrühren, eine ſtets abnehmende Intenſität, und bald iſt die Seife in ihre vorige Anomalie des Leitungsvermögens zurück getreten.

Nun erſt läſst ſich einſehen, warum die Seife, die man zu dieſen Unterſuchungen anwendet, durchaus von jedem anhängenden Waſſer befreiet ſeyn muſs. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo verhindert der Rückſtand von Feuchtigkeit, die der poſitive Polardraht am Inſertionspunkte vorfindet, die augenblickliche Erſcheinung der eigenthümlichen Leitungsart der Seife, und man muſs es alsdann abwarten, bis dieſer geringe Antheil auſserweſentlichen Waſſers durch die galvani'ſche Action zerſetzt worden iſt. Auch findet man in dieſem Falle den poſitiven Polardraht, der in die Seife ging, mehr oder weniger oxydirt, welches bei gehöriger Austrocknung der anzuwendenden Subſtanz nie Statt findet. Wenn man den von ſeinem Oxyd befreiten poſitiven Draht in die feuchte Seife an irgend einem andern Punkte hinein ſteckt, ſo wird, wie ſich von ſelbſt verſteht, durch Vermittelung des Waſſers an dieſer Stelle die Kette aufs neue wieder geſchloſſen.

Man könnte allerdings auf die Vermuthung kommen, daſs das ganze Phänomen der Iſolation des poſitiven Effects lediglich von dieſer eintre-

tenden Oxydation des positiven Drahts herrühre. Um aber diese Erklärung ganz zu widerlegen, braucht man nur Platindrähte anzuwenden. Diese zeigen am positiven Pole nicht die mindeste Oxydation, weder in der feuchten Seife, noch durch Anlegung eines feuchten Zwischenleiters, und gewähren doch das Phänomen der Isolation des positiven Effects mit der gröfsten Bestimmtheit.

Folgende Wahrnehmungen sind in mehr als Einer Rücksicht sehr belehrend. Man bringe zwei absolut-trockene und isolirte Massen Seife *A* und *B*, (Fig. 3, Taf. II,) jede mit einem der Polardrähte der Säule in Berührung, und setze durch einen metallenen Bogen die beiden Massen in leitende Gemeinschaft. Die Electrometer zeigen alsdann eine vollkommene Isolation beider Pole an, und die ableitende Berührung irgend eines der Seifenstücke oder des vermittelnden metallenen Bogens entladet den negativen Pol, und bringt den positiven auf das Maximum der Divergenz. Legt man nun einen feuchten Leiter an den positiven Polardraht und die Seife *A* an, so zeigt das Electrometer, dafs die ganze Masse *A* nebst dem vermittelnden Metallbogen dem + - Pole zugehört, da die Berührung dieser Theile das positive Electrometer entladet, und das negative auf das Maximum der Divergenz bringt. Die ganze Seifenmasse *B* aber gehört dem negativen Effecte, und wirkt umgekehrt auf die Electrometer. Auch erhält man keine Wasserzersetzung, und die gemeinschaftliche Berührung von *A* und *B* er-

theilt dem Froschpräparate und selbst den benetzten Fingern eine erschütternde Entladung. Dieser Gegensatz der beiden Seifenmassen hört augenblicklich auf, und die Wasserzersetzung tritt ein, wenn ein zweiter feuchter Leiter da angebracht wird, wo der vermittelnde metallene Bogen die Masse *B* berührt, weil nunmehr dieser Punkt den positiven Pol repräsentirt. Es erhellt hieraus, dass die Feuchtigkeit der totalen Seifenmasse gar nicht in Betrachtung kommt, und der Punkt, wo der feuchte Leiter angebracht werden muss, wird mit der grössten Bestimmtheit angegeben.

Ich wünschte sehr, dass die Naturforscher, welche die Phänomene der Säule von der reellen und materiellen Ausströmung einer Flüssigkeit ableiten, diesen Erfolg in ernste Erwägung zögen. Nach ihrer Hypothese müssten die Erscheinungen der *negativ-unipolaren* Seife von einem erschwerten Uebergange der electrischen Flüssigkeit aus dem Polardrahte in die Substanz der Seife herrühren, während das Abfliessen der electrischen Flüssigkeit aus der Seife durch den negativen Draht kein Hinderniss erlitte. Wie kömmt es nun aber, dass vor Anlegung des feuchten Leiters die Berührung der Masse *A* den positiven Pol so vollkommen ladet. Hier wäre doch ganz unläugbar electrische Flüssigkeit vom Berührungspunkte in *A* durch den metallenen Bogen in die Masse *B* ungehindert eingeströmt; warum sollte nicht gerade dasselbe durch den positiven Polardraht in *A* Statt finden können?

Ich für meinen Theil bin noch immer sehr geneigt, zu glauben, dass die charakteristische Eigenschaft der feuchten Körper, als *bipolare Leiter* in der Säule zu wirken, der eigentliche Grund ihrer physischen und chemischen Action ist. Man erwäge folgende Thatsachen, die mir viel Aufmerksamkeit zu verdienen scheinen.

a. Es sey die Säule und eine Seifenmasse vollkommen isolirt. Man bringe die Seife mit dem negativen Pole durch metallische Leitung in Continuität. Der positive Pol hingegen sey mit derselben Seife durch eine feuchte Schnur von 9 bis 12 Zoll in Verbindung. Durch die Dazwischenkunft dieses feuchten Leiters am positiven Pole ist die Kette geschlossen, und der Gasapparat bezeugt es durch die darin Statt findende Wasserzersetzung. Bringt man nun zwei Electrometer mit den zwei äussersten Enden der feuchten Schnur in Verbindung, so findet man an ihr die ausgezeichnetste Polarität. Das der Säule zunächst befindliche Ende ist positiv, das entgegen gesetzte negativ geladen. Berührt man daher das eine Ende der Schnur, so bringt man dadurch das Electrometer des entgegen gesetzten Endes auf das Maximum der Divergenz. Die Bipolarität des feuchten Leiters ist also für diesen Fall auf das vollkommenste erwiesen.

b. Treffen wir nun die entgegen gesetzte Combination, so dass die feuchte Schnur nunmehr zwischen den negativen Pol und die Seife zu liegen kömmt, der positive Pol aber mit der Seife durch

Metall in Continuität gesetzt ist, so wissen wir bereits, dass keine Schliessung des Kreises Statt finden wird, aber an der feuchten Schnur ist nun auch keine Spur von Polarität wahrzunehmen. Zwei Electrometer, an ihren äussersten Enden angebracht, divergiren beide gleichnamig, man braucht nur das eine zu berühren, um das andere zu entladen. Hier also ist jede Spur von Bipolarität zugleich mit der chemischen und physischen Schliessung des Kreises verschwunden.

c. In dem Momente aber, wo wir eine wässerige Feuchtigkeit zwischen dem positiven Polardrahte und der Seife anbringen, theilt sich die Schnur wieder in ihre entgegen gesetzten Zonen, und nun ist auch der Kreis geschlossen. Diese Bipolarität hört wieder auf, so bald am positiven Pole die Feuchtigkeit aufhört zu wirken.

Das Detail aller übrigen Erscheinungen, welche die trockene Seife in ihren verschiedenen Applicationen darbietet, übergebe ich, weil sie sich ganz ungezwungen aus der blossen Definition eines *negativ-unipolaren Leiters* ableiten lassen: nur einer einzigen werde ich noch erwähnen, weil sich daraus ein in der Lehre vom Galvanismus sehr berühmter Streit durch eine ganz positive Thatsache auf immer entscheiden lässt.

Man hat gefragt, *welchem der beiden heterogenen Metalle in der Säule der positive, und welchem der negative Effect eigenthümlich zugehört*. Die Meinungen fielen ganz verschieden aus, je nach-

dem man *Zink*, *feuchter Leiter*, *Silber*, oder *Zink*, *Silber*, *feuchter Leiter*, als das Element der Säule anfah. Es war in der That fchwer, fich von diefer Willkührlichkeit der Annahme durch eine ganz entfcheidende, von der Säule felbft entlehnte Thatfache loszumachen. Eine folche geht nun aber aus folgendem Verfuche mit möglichfter Beftimmtheit hervor. An irgend einem Punkte der Säule, am bequemften in ihrem oberften Endpunkte, bringe man eine Scheibe von völlig trockener Seife zwifchen der Silber- und Zinkplatte an. Man fchliefse nachher von Pol zu Pol. Es wird keine Zerfetzung im Gasapparate Statt finden; der Kreis ift nicht gefchlöffen. Nun benetze man ganz leife mit einem Pinfel die Fläche der Seife, die mit dem Silber in Berührung ift, und fchliefse wieder; es wird ebenfalls kein chemifcher Prozefs eingeleitet werden, der Kreis ift auch hier nicht gefchloffen. So bald man aber die Fläche der Seife befeuchtet, die den Zink berührt, fo erhält man in ihrer ganzen Fülle alle chemifche und phyfiologifche Wirkungen des gefchloffenen Kreifes. Nun wiffen wir aber zur Genüge, dafs, um wirkfam zu feyn, der vermittelnde feuchte Leiter zwifchen Seife und + *E* treten mufs. Es ift alfo hierdurch mit der gröfsten factifchen Evidenz erwiefen, dafs in der Säule der Zink und nicht das Silber der pofitive Factor ift, und folglich ift das wahre Element *Zink*, *Silber*, *feuchter Leiter*.

Ich habe bis jetzt die Phänomene der negativen Unipolarität beſchrieben, wie ſie ſich an der trockenen Seiſe äuſsern; dieſe iſt aber, wie bereits geſagt, nicht die einzige Subſtanz, welche zur fünſten Klaſſe zu zählen iſt. Auſser der *Flamme des Phosphors*, die allerdings hierher zu gehören ſcheint, finden wir die ausgezeichnetſte *negativ-unipolare Leitung* beim *trockenen Eiweiſsſtoffe*, und zwar mit einer ſolchen Beſtimmtheit, daſs ich dieſe Subſtanz ſtatt der Seife zu allen vorher erwähnten Unterſuchungen vorgeſchlagen hätte, wenn man hier nicht mit einer eignen Schwierigkeit zu kämpfen hätte, nämlich den günſtigſten Grad der Trockniſs genau zu treffen. Man verdichte das Eiweiſs durch anhaltendes Kochen des Eies in Waſſer, ſondere dies concrete Albumen ab, und laſſe es noch ferner ſechs bis ſieben Tage an der Luft eintrocknen, bis die Maſſe dem Bernſtein an Farbe und Durchſcheinbarkeit, nicht aber an Sprödigkeit, ähnlich geworden iſt. In dieſem Zuſtande ladet und entladet dieſer Körper jeden einzelnen Pol der Säule eben ſo vollkommen, wie Metall; ſo bald man aber beide Polardrähte in daſſelbe Stück führt, ſo iſt die poſitive Wirkung vollkommen gehemmt, während die negative eben ſo gut wie vorher geleitet wird. Eiweiſsſtoff iſt alſo in dieſem Zuſtande ein ganz beſtimmter *negativ-unipolarer Leiter*. Befeuchtet man den Berührungspunkt des negativen Drahts, ſo bleibt alles wie vorher, der Kreis iſt nicht geſchloſſen, — die vollkommenſte Schlie-

ſsung zeigt ſich aber durch Contractionen und Zerſetzungen, ſo bald das Waſſer zwiſchen dem poſitiven Drahte und dem Albumen angebracht worden. Metallplatten, deren eine Fläche einen recht trockenen Ueberzug von Eiweiſsſtoff erhalten hat, laſſen ſich in einigen Verſuchen den aus Seife geſchnittenen Scheiben ſehr gut ſubſtituiren.

Elfenbein, *thieriſche Gallerte* und einige andere thieriſche Stoffe, in einem gewiſſen Grade der Trockniſs, gaben mir oft Erſcheinungen, welche ſie allerdings für dieſe fünfte Klaſſe eignen würden, doch waren bis jetzt dieſe Wahrnehmungen nicht beſtimmt genug, um darüber abſprechen zu dürfen. Von vorzüglicher Wichtigkeit iſt es, die *Sehnen*, die *Flechſen*, die *Aponeuroſen* und die verſchiedenartigen *Membranen* von dieſem neuen Geſichtspunkte aus zu unterſuchen. Bis es erwieſen ſeyn wird, daſs Myotilität und Turgeſcenz mit dem galvani'ſchen Prozeſſe auch nicht die entfernteſte Analogie haben, müſſen wir uns unverdroſſen immer tiefer und tiefer in die Unterſuchung hinein arbeiten. Noch frage man mich nicht, ob ich wohl am Ende zu glauben vermag, daſs die erwähnte iſolirende Eigenſchaft der *negativ-unipolaren Leiter*, und ihre radicale Umwandlung in die beſten Leiter durch momentanes Ausſchwitzen einer wäſſerigen Flüſſigkeit an einem beſtimmten Punkte, mit dem Mechanismus der Spontaneität der vorzugsweiſe ſo genannten *electriſchen Thiere* einen denkbaren Zu-

sammenhang habe. Ich kann diese Frage zur Zeit nicht beantworten, aber gestehen will ich, dass ihre Lösung mein Augenmerk bei dieser Untersuchung war.

Es eröffnet sich hier in jedem Falle ein Feld von Untersuchungen, die durch innigste Verknüpfung des Physischen und Chemischen zu wichtigen Resultaten den Weg bahnen müssen. Festes *Wasser* isolirt vollkommen; mit Liquefactionswärme verbunden, wirkt es als bipolarer Leiter; und mit mehrerm Wärmestoffe bis zur völligen Expansibilität, isolirt es wieder, wie man leicht genug wahrnehmen kann, wenn man den ganz durchsichtigen, durch keinen Niederschlag getrübten Wasserdampf an der Mündung der Aeolipila zwischen den zwei Polardrähten auffängt. *Schwefel* isolirt, seine Flamme isolirt ebenfalls. *Bernstein*, *Naphtha*, *Wasserstoffgas* isoliren; ihre Flamme leitet, aber nur den positiven Effect im Conflicte. *Phosphor* isolirt; seine Flamme leitet, aber meist nur den negativen Effect bei Schliessung des Kreises. Trockene *Seife* und *Eiweisstoff* in fester Gestalt sind *negativ-unipolare Leiter*; flüssiges Eiweis leitet bipolar, und eben so die Seife, wenn man sie behutsam erwärmt, um jede Zersetzung zu vermeiden; je näher sie der vollkommenen Liquidität gebracht wird, desto mehr nähert sie sich der zweiten Klasse. Meines Erachtens liegt der Grund aller dieser auffallenden Erscheinungen in den Verwandtschaften der Ma-

terien zu den specifisch verschiedenen electrischen Stoffen.

6.

Um von mir den Verdacht zu entfernen, als wollte ich diesen Thatsachen einen höhern Werth ertheilen, als sie an und für sich haben möchten, und zwar dadurch, daſs ich die Erklärung derselben so weit entrücke, will ich schlieſslich noch einiger *Hypothesen* erwähnen, die mich bei meinen Untersuchungen geleitet haben, die mir jetzt, da sich das Detail der Phänomene so räthselhaft ausgesprochen hat, bei weitem nicht mehr genügen, die ich aber dessen ungeachtet nicht mit Stillschweigen übergehen will, um zu beweisen, daſs ich redlich bemüht war, das Neuere an das bereits Bekannte wo möglich anzuknüpfen.

Wenn die *Flammen* gewisser Körper im Conflicte beider Pole den negativen Effect isoliren, sollte diese Erscheinung nicht von einem öhligen Ueberzuge herrühren, der während der Verbrennung am negativen Polardrahte vielleicht entsteht? So dachte ich, und in der That, es existirt Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in den meisten Körpern, deren Verbrennung die erwähnte Erscheinung giebt. Es wäre ferner allen Analogieen gemäſs, daſs die Oehlerzeugung gerade am Hydrogenpole Statt fände, und nicht an der Oxygenseite, wo vielmehr Wasser und Kohlensäure zu erwarten sind. Auch findet man in der That die Ruſsdendriten am Hy-

drogenpole viel ausgebildeter und länger, vielleicht eben wegen dieser Oehlerzeugung, die ihnen ein Bindungsmittel und ein bleibendes Daseyn gewähren. *)

Gegen diese einladende Hypothese spricht Folgendes: Die Flamme des reinsten Wasserstoffgas ist ebenfalls ein *positiv-unipolarer Leiter*: wo finden wir hier den zur Oehlerzeugung nöthigen Kohlenstoff? Die mikroskopische Untersuchung beider Drähte, nachdem sie sich bald nur einen Augenblick, bald eine sehr geraume Zeit in derselben *positiv-unipolaren Flamme* befunden hatten, hat mir nie einen constanten Unterschied zwischen beiden Polardrähten gezeigt. Die Electrometer zeigen ferner, dass in dem nämlichen Augenblicke, in welchem die vom negativen zum positiven hinragenden Dendritenzweige den positiven Draht nur im mindesten berühren, der Kreis vollkommen geschlossen

*) Dass die Vegetation dieser Dendriten von der electrischen Spannung herrührt, die am isolirten Negativen ausschliessend Statt findet, wird mir immer wahrscheinlicher. Wenn man Kien- oder Bernsteinöhl in einer porzellänenen Schale vorläufig so weit erwärmt, dass es sich ohne Docht anzünden läst, so entstehen nach Verbindung der Polardrähte mit dieser breiten Flamme die Dendriten nicht blos am Polardrahte, sondern sie erheben sich in der grössten Menge und zur beträchtlichsten Höhe von der ganzen Peripherie der Kapsel, ohne irgend einen Bezug auf die Nähe oder Ferne des entgegen gesetzten Pols. *Erman.*

ist. Es findet also an der *Oberfläche* des negativen Drahts durchaus keine physische Isolation Statt. In der Flamme selbst springt jedes Mahl bei der behutsamsten Annäherung ein Funke vom positiven zum negativen Drahte über: diese Entladung beweiset ebenfalls, dass die negative Isolation von der specifischen Wirkung der Flamme, und nicht von irgend einer Veränderung der Oberfläche der Drähte herrührt. Wie kann man endlich glauben, dass eine Metallscheibe von mehrern Zollen Durchmesser, die man schnell über die Flamme in einer Entfernung von einigen Fussen führt, in einem untheilbaren Momente einen solchen Ueberzug von isolirender Substanz bekommen könne, dass sie augenblicklich aufhören sollte, leitend zu seyn? und doch zeigen selbst unter solchen Umständen die Flammen der vierten Klasse ihre ganze Wirkung.

Ueber die Erscheinungen der *negativ-unipolaren Seife* hatte ich ehedem eine ganz analoge Erklärungsart ersonnen, der ich aber ebenfalls glaube entsagen zu müssen. Der positive Draht ist der oxygenirende: wenn nun an seinem Insertionspunkte das Alkali der Seife durch die aus dem thierischen oder vegetabilischen Substrate sich bildende Salzsäure neutralisirt wird, so muss die frei gewordene öhlige Substanz den positiven Draht umgeben, und ihn durch seine eigenthümliche isolirende Eigenschaft für die Electricität unzugänglich machen. In der That, wenn man mehrere Stunden hindurch eine gesättigte Auflösung der Seife den Wirkungen der

der Säule ausſetzt, ſo findet ſehr bald eine ſolche Zerſetzung Statt, daſs der ganze poſitive Draht vom entmiſchten Fette der zerſetzten Seife umgeben bleibt. Deſſen ungeachtet iſt es ſehr leicht, zu zeigen, daſs die Hypotheſe, die ſich auf eine ſo günſtige Thatſache ſtützt, doch im offenbaren Widerſpruche mit dem ganzen Detail des zu erklärenden Phänomens ſteht. Wenn mehrere Maſſen Seife unter ſich durch metallene Bogen verbunden, der Wirkung einer Säule ausgeſetzt werden, ſo findet allerdings an jedem Inſertionspunkte derjenigen Drähte, die den poſitiven Pol repräſentiren, relative Iſolation Statt. Dieſe Iſolation iſt aber durchaus keine abſolute, wie ſie die Hypotheſe annimmt: denn durch ableitende Berührung irgend einer dieſer Maſſen wirkt man ganz frei und ungehindert auf die Säule, um ihren negativen Pol zu entladen; es exiſtirt alſo durchaus keine abſolute Iſolation an den Inſertionsſtellen der poſitiven Drähte, und die Hypotheſe einer durch öhligen Ueberzug erzeugten gänzlichen Impermeabilität zerfließt in ihrem Nichts. Auſserdem ſtellt ſich ja bei völlig trockener Seife die Iſolation des poſitiven Effects im erſten untheilbaren Augenblicke der Application ein; es iſt alſo keine chemiſche Zerſetzung voran gegangen. Dieſer Umſtand iſt vorzüglich auffallend und ganz entſcheidend in dem wichtigen Verſuche, wo die *negativ-unipolare Scheibe* jede chemiſche Wirkung augenblicklich hemmt, wenn man ſie an einem der Pole zwiſchen die Metalle legt: wo kä-

me genug entmischte Fettsubstanz her, um die ganze positive Scheibe zu überziehen, hier, wo durchaus keine chemische Action vorher ging? Und ausserdem, wie wollen wir im Sinne dieser Hypothese die später entdeckten identischen Wirkungen des coagulirten Eiweisstoffs erklären? was wird es endlich mit der meisten Theils *negativ-unipolaren* Flamme des Phosphors für eine Bewandtniss haben? Wollte man etwa für den letzten Fall eine zweite Hypothese zu Hülfe rufen, und sagen: hier rühre die Isolation des positiven Effects von der oxygenirenden Wirkung der Phosphordämpfe her, die sich am positiven Pole energischer zeigen, so frage ich, warum der säuerbare Schwefel nicht ein gleiches thut? und bemerke ausserdem, dass die Hypothese gegen die Thatsache scheitert, dass Platindrähte eben die Wirkung geben, wie die oxydirbarsten Metalle, und weil auch hier die Erscheinung gleich im ersten Momente der Application mit voller Intensität hervor tritt.

Meines Erachtens sind alle diese gleichsam mechanischen Erklärungsarten der unipolaren Isolation durchaus unstatthaft. Die Ursache der entdeckten Thatsachen liegt noch tief im Chemischen verborgen.

III.

Ueber die ſo genannten Thermolampen und den erſten Erfinder derſelben;

von

G i l b e r t.

Bekanntlich iſt die erſte Nachricht von den *Thermolampen*, zugleich mit dem Namen, aus Frankreich zu uns gekommen. Der Ingenieur für Straſsen- und Brückenbau, Lebon, der ſich ſchon im Jahre 1799 mit ihnen beſchäftigt und ein Patent auf ſie erhalten hatte, bediente ſich ihrer im Jahre 1801, um ein Haus and einen Garten in Paris zu illuminiren, und lieſs diese Illumination, von der er behauptete, daſs ſie zugleich Wärme genug verbreite, um Zimmer zu heitzen, für Geld ſehen. Genauere Nachrichten darüber findet man in den *Annalen*, X, 491.

Nun war es zwar längſt bekannt, daſs bei der zerſtörenden Deſtillation vegetabiliſcher Theile eine Menge von Gas entweicht, und daſs der gröſste Theil dieſes Gas brennbar ſey, und es war daher kein groſser Grad von Erfindungsgeiſt zu dem Verſuche nöthig, dieſes Gas wirklich zu verbrennen und zu Illuminationen zu benutzen; man glaubte aber doch, wenigſtens dieſe Ehre gebühre dem Hrn. Lebon. Sonderbar iſt es indeſs, daſs in Paris keiner der wiſſenſchaftlichen Chemiker und Phyſi-

ker von Herrn Lebon und von seinen Thermolampen die geringste Notiz nahm, und daſs man sie in keiner der pariser Zeitschriften für diese Fächer beschrieben oder auch nur genannt findet. Desto mehr ist in Deutschland darüber zu Papier und in den Druck gebracht, und die Thermolampe in allerlei Form als eine der heilbringendsten Erfindungen in unsern licht- und holzarmen Zeiten, von Männern, die es sehr gut meinen mögen, angepriesen worden. Die vielen Versuche, welche an so manchem Orte in unserm Vaterlande gemacht worden sind, um mit den brennbaren Ausflüssen, die beim Verkohlen entweichen, Zimmer *zugleich zu heitzen und erleuchten*, haben allesammt, (wenigstens so viel ich weiſs,) den Erwartungen nicht entsprochen, und konnten ihnen schwerlich entsprechen, wie voraus zu sehen war. In unsern gut eingerichteten Oefen verbrennen diese elastischen Flüssigkeiten, ehe sie aus ihnen entweichen, gehen also nicht ungenutzt verloren; sollen sie zugleich leuchten, so müssen sie frei oder von Glas umgeben verbrennen, und dann ist die Wärme, welche sie in einem Zimmer verbreiten, zu geringe, um im Winter gehörig zu erwärmen; endlich ist das Licht der Thermolampe viel zu unzuverläſsig, erfordert zu viel Wartung und Arbeit, und ist mit zu viel Unannehmlichkeiten verbunden, als daſs nicht zum gewöhnlichen Gebrauche unsre gewöhnlichen Lichter und Lampen bei weitem den Vorzug verdienten. Dagegen ist die Thermolampe zu überraschenden

Illuminationen von Zimmern und Sälen, und zur Bildung von Essigsäure zum Fabrikgebrauch recht sehr zu empfehlen. *) In dem erstern werden diejenigen wahrscheinlich mit mir überein stimmen, welche die Wirkung der Thermolampe gesehen haben, die ich nach mannigfaltigen Versuchen und Abänderungen in meinem Laboratorium eingerichtet habe, und zum Illuminiren dreier Zimmer und zu allerlei feurigen Fontainenfiguren benutze. Der Versuch mit ihr gehört zu den belehrendsten und überraschendsten im Cursus der Chemie, und meine Vorrichtung dazu verdiente vielleicht im Detail beschrieben und abgebildet zu werden. In der zweiten Behauptung

*) Dass sie sich in einzelnen Fällen zur Heitzung von Oefen, besonders zum chemischen Gebrauche im Kleinen und Grossen, mit Vortheil anwenden lasse, (wie das z. B. Herr Apotheker Bünger in Dresden gethan hat, *Annalen*, XV, 231,) vorzüglich wenn man häufig in dem Falle ist, gut ausgeglühter Kohlen zu bedürfen, und sie im Kaufe nicht findet, das versteht sich. Alles Verkohlen, auch in den Wäldern, sollte billig in Verkohlungsöfen mit eisernen Verkohlungsgefässen geschehen, welche die brennbaren elastischen Flüssigkeiten zum Feuerherde zurück führten, und die condensirbaren Theile in einem Kühlapparate absetzten. Man würde dann mehr und bessere Kohlen erhalten, und an Theer, Oehl und brenzlicher Holzsäure, (die sich vielleicht gleich dort auf essigsaures Eisen, essigsaures Blei, essigsauren Thon u. s. w. oder zum Gerben benutzen liesse,) einen sehr bedeutenden Nebengewinn haben. *d. H.*

wird man mir Recht geben, wenn man den weiterhin folgenden Auffatz des Hrn. Dr. De Carro in Wien über die Thermolampe in einer Manufactur des Barons von Fries gelefen haben wird.

Dafs Hr. Lebon keinesweges der Erfte ift, der die elaftifchen Flüffigkeiten, welche beim Verkohlen von Pflanzenproducten im eingefchloffenen Raume entweichen, zum Leuchten benutzt hat; und dafs es daher felbft mit der kleinen Ehre von Erfindung, welche ihm zuzukommen fchien, fehr mifslich ausfieht; — das erfah ich ganz vor kurzem aus einem fchätzbaren Auffatze des thätigen und gelehrten Chemikers Will. Henry in Manchefter, den ich den Lefern weiterhin mittheilen werde. Ein Freund, welchen Herr Henry um die Anfprüche befragt hatte, die ihr Landsmann Murdoch zu Soho bei Birmingham an der Erfindung habe, die Steinkohlen als eine Quelle des Lichtes zu benutzen, gab Herrn Henry auf diefe Anfrage fchriftlich folgende Antwort, welche ich aus dem Anhange zu dem erwähnten Auffatze entlehne.

„Herr Murdoch wohnte vormahls zu Redruth in Cornwallis, als der Herren Boulton und Watt Hauptagent und Mafchinendirector in diefer Graffchaft. Hier war es, wo er im Jahre 1792 eine Reihe von Verfuchen über die Menge und die Arten von Gas, welche aus verfchiedenen Subftanzen zu erhalten find, begann. Er bemerkte bei diefen Verfuchen, dafs das Gas,

welches beim Destilliren von Steinkohlen, Torf, Holz und andern brennbaren Körpern entweicht, mit lebhaftem Glanze brennt, wenn es angesteckt wird, und kam dadurch auf den Gedanken, ob es sich nicht, wenn es in Röhren eingeschlossen und fortgeleitet würde, als ein ökonomisches Substitut für Lampen und Lichter sollte gebrauchen lassen."

„Er nahm, um sich hierüber zu belehren, die Destillation der Steinkohlen in eisernen Retorten vor, und leitete das Gas in Röhren aus verzinntem Eisen- und aus Kupferblech, 70 Fuss weit. Hier und an mehrern Stellen näher bei der Retorte waren in den Röhren Oeffnungen von verschiedener Grösse und Gestalt angebracht, indem H. Murdoch die schicklichsten durch Versuche zu finden wünschte. Das Gas wurde angesteckt, so wie es zu diesen Oeffnungen heraus drang; und so entstanden lange feurige Strahlen, oder Ringe wie in Argand's Lampen, oder eine Feuermasse über einer Art von Giesskannentille. Er füllte mit dem Gas Blasen, Schläuche aus Leder und aus gefirnisster Seide, und Blechgefäse, steckte das Gas über ihnen an, und ging dann damit von Zimmer in Zimmer, um sich zu überzeugen, in wie fern es die Stelle eines beweglichen und tragbaren Lichtes möchte vertreten können. Auch stellte er Versuche über die Menge und Beschaffenheit des Gas an, welches man aus verschiedenen Arten von Steinkohlen erhält, denen von Swansea, von Haverfordwest, von Newcastle, von

Shropshire, von Staffordshire und von verschiedenen Arten schottischer Kohlen."

„Die vielen Geschäfte verhinderten Hrn. Murdoch damahls, diesen Gegenstand zu verfolgen. Doch fand er 1797 zu Old Cumnock in Ayrshire so viel Musse, um seine Versuche mit Steinkohlen und Torf wiederhohlen zu können; und es verdient bemerkt zu werden, dass er diese Versuche beide Mahl in Gegenwart vieler Zuschauer anstellte, welche dieses nöthigen Falles bezeugen können. Im Jahre 1798 richtete er in der Gieſserei zu Soho einen Apparat ein, der viele Nächte hinter einander gebraucht wurde, um das Gebäude zu erleuchten; und damahls wurden die Versuche mit verschiednerlei Oeffnungen mehr im Grossen wiederhohlt und erweitert. Auch versuchte man, das Gas auf mancherlei Art zu waschen und zu reinigen, um den Rauch und den Geruch los zu werden. Diese Versuche wurden mit zufälligen Unterbrechungen fortgesetzt, bis im Frühlinge 1802 der Friedensschluss zu Amiens, für dessen Feier die Soho-Manufactur illuminirt werden sollte, Gelegenheit gab, diese neue Art von Lichtern öffentlich zu zeigen, und sie wurden zu einem Haupteffect in diesem Schauspiele gebraucht."

„Es ist mir nicht genau bekannt, wenn man die ersten Versuche dieser Art in Frankreich angestellt oder bekannt gemacht hat. Die erste Nachricht, welche wir hier von ihnen erhielten, befand sich in dem Briefe eines Freundes, der mir im Novem-

ber 1801 schrieb, ich möchte Herrn Murdoch sagen, dass jemand in Paris sein Haus und seinen Garten mit Gas erleuchte, das er aus Holz und Kohlen erhalte, und darüber nachsinne, wie er Paris auf diese Art erleuchten könne."

„Diesen Nachrichten muss ich noch beifügen, dass bei den zu Calcutts in Shropshire, nach dem Plane des Lords Dundonald erbauten Oefen, worin die Steinkohlen vercoakt werden, um den Theer und die andern Producte, welche sonst verloren gehen würden, zu gewinnen, es schon vor vielen Jahren üblich war, die mächtigen Ströme von Gas, welche entweichen, anzustecken, und dadurch eine helle Erleuchtung zu bewirken. Herrn Murdoch war dieses indess nicht bekannt, und er hatte das nie gesehen."

IV.

VERSUCHE

über die Gasarten, welche bei der zerstörenden Destillation von Holz, Torf, Steinkohle, Oehl, Wachs u. dgl. entstehen,

angestellt

in Beziehung auf die Theorie der künstlichen Lichter und der so genannten Thermolampen, mit Bemerkungen über die verschiedenen Arten von Kohlenwasserstoffgas und über das gasförmige Kohlenstoffoxyd,

von

William Henry
in Manchester. *)

Seit den glücklichen Versuchen, welche Herr Murdoch zu Soho mit dem Gas, das in der zerstörenden Destillation der Steinkohlen entweicht, als einem Mittel, Licht zu geben, angestellt hat, ist es interessant und wichtig, dieses Gas genauer kennen zu lernen. In der Absicht, es nach Art des Herrn Murdoch zu verbrennen, hatte ich dazu im vorigen Winter eine Argand'sche Lampe eingerichtet. Mit ihr stellte ich vorläufig einige Versuche an, über das Verbrennen von gasförmigem Kohlen-

*) Bearbeitet nach der englischen Urschrift des Verfassers, von Gilbert.

ſtoffoxyd, von reinem Waſſerſtoffgas, und von Kohlenwaſſerſtoffgas, aus Waſſerdämpfen, die über glühende Kohlen getrieben worden waren, gebildet.

Jede dieſer Gasarten giebt beim Verbrennen ſo wenig Licht, daſs ſie zum Erleuchten ganz untauglich iſt; das aus Steinkohlen entwickelte Gas verbreitet dagegen beim Verbrennen eine Helligkeit, welche der wenig oder gar nicht nachſteht, die man von gutem Spermaceti-Oehl erhält. Ich glaubte anfangs, die gröſsere Lichtſtärke dieſes Gas rühre von irgend etwas her, das demſelben mechaniſch beigemengt ſey; doch ich überzeugte mich in der Folge genügend, daſs zwar in friſch bereitetem Gas dieſer Art ſich viele Theile befinden, die ſich mit der Zeit daraus abſetzen, daſs die Eigenſchaft, mit einer hellen und dichten Flamme zu brennen, dieſem Gas jedoch an ſich zukömmt, obſchon gewiſs in bedeutend geringerm Grade, als wenn alle condenſirbare Materie davon noch nicht abgeſchieden iſt. Es ſchien daher der Mühe werth zu ſeyn, nachzuforſchen, was der Grund davon ſey, daſs das Gas aus Steinkohlen ſo viel geſchickter iſt, Licht zu entwickeln, als die übrigen genannten; und ſehr natürlich ſtand hiermit die Theorie des Verbrennens aller Subſtanzen, deren man ſich gewöhnlich als Quellen künſtlicher Lichter bedient, in genauer Verbindung.

Um darüber Auſſchlüſſe zu erhalten, habe ich eine groſse Menge vergleichender Verſuche über das ſchnelle Verbrennen [Detoniren] dieſes Gas

und anderer verbrennlicher Gasarten mit Sauerstoffgas in verschlossenen Gefäfsen angestellt. Aus den Producten, welche dabei entstanden, läfst sich auf die Mischung dieser Gasarten schliefsen. Die folgende Tabelle enthält die Hauptresultate dieser Versuche.

Es verbanden sich beim Explodiren mit 100 Maafs	an Sauerstoffgas	und es entstanden kohlensaures Gas
reinem Wasserstoffgas	50 bis 54 M.	Maafs
Gas aus nassen Kohlen	60	35
— — Eichenholz	54	33
— — getrocknetem Torf	68	43
— — Steinkohle *(cannel)*	170	100
— — Lampenöhl	190	124
— — Wachs	220	137
Oehl erzeugendem Gas	284	179

Nehmen wir an, dafs Sauerstoffgas, welches zu kohlensaurem Gas wird, sein Volumen nicht ändert, (und das, glaube ich, ist höchst nahe der Fall,) *) so brauchen wir nur die Zahlen der drit-

*) Cruichskank nahm bei seinen Untersuchungen über das gasförmige Kohlenstoffoxyd und das Kohlenwasserstoffgas, [*Annalen*, IX, 103 f.,] als ausgemacht an, dafs, um 6 Maafs kohlensaures Gas zu bilden, 7 Maafs Sauerstoffgas erfordert würden. Aber das ist, wie ich glaube, etwas zu viel. Priestley führt an, (*on Air*. Edit. 2, Vol. 3, p. 377,) er habe $8\frac{1}{4}$ Grains Kohle in 70 Unzenmaafsen Sauerstoffgas erhitzt; immerfort blieben es 70 Unzenmaafs; beim Waschen mit kaltem Wasser fand sich aber, dafs davon 40 Maafs verschluckt wurden.

ten Columne von denen in der zweiten abzuziehen, um zu finden, wie viel Sauerſtoffgas ſich mit dem Waſſerſtoff dieſer Gasarten zu Waſſer verbunden habe; ſo z. B. bei dem Gas aus Steinkohlen 70 Maaſs. Da nun jedes Maaſs Sauerſtoffgas 2 Maaſs Waſſerſtoffgas verſchluckt, wenn beide ſich zu Waſſer vereinigen; ſo muſs das Gas aus Steinkohlen in 100 Maaſs ſo viel Waſſerſtoff enthalten, daſs, wenn er als reines Waſſerſtoffgas vorhanden wäre, dieſes einen Raum von 140 Maaſs einnehmen würde. Auf dieſelbe Art läſst ſich der Gehalt der übrigen Gasarten in der obigen Tabelle an Waſſerſtoff beſtimmen.

Es erhellet aus dieſen Verſuchen der Grund, warum das Gas aus Steinkohlen ſo viel mehr Licht beim Verbrennen entwickelt, als reines Waſſerſtoffgas oder Kohlenwaſſerſtoffgas aus naſſen Kohlen; nämlich, weil es in gleichem Umfange über drei Mahl mehr verbrennliche Materie als das Waſſerſtoffgas, und ebenfalls nahe an drei Mahl mehr als das Gas aus naſſen Kohlen enthält.

Der Grad der Verbrennlichkeit jeder Gasart, wie ſie durch die Menge von Sauerſtoffgas beſtimmt wird, welche ſich beim Explodiren mit 100 Theilen Gas verbinden, — ſtimmt, wie es zu erwarten war, ganz mit dem überein, der ſich beim ruhigen Ver-

So viel kohlenſaures Gas hatte ſich alſo gebildet, ohne daſs das Volumen des Gas dabei verändert worden wäre. *Henry.*

brennen dieser Gasarten in einer Art von Argand'scher Lampe findet, so weit sich dieses nach der Lichtmenge schätzen läßt, welche dabei frei wird. Ganz bestimmt geht ihnen allen an Glanz und Schönheit des Lichts das Oehl erzeugende Gas voran; *) zugleich detonirt kein anderes mit Sauerstoffgas so gewaltig als dieses. Schon als ich $\frac{3}{100}$ eines Kubikzolles Oehl erzeugendes Gas mit $\frac{17}{100}$ Kubikzoll Sauerstoffgas in einer starken Glasröhre detonirte, flog diese in Stücken umher; und ein voltaisches Eudiometer, das $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, *(in thickness,)* zersprang, als ich von beiden Gasarten zusammen genommen 1 Kubikzoll darin explodirte.

Noch ein anderes zuverläſſiges Kennzeichen, in wie fern jede dieser Gasarten als Quelle des Lichtes dienen kann, ist ihr specifisches Gewicht, wenn sie von allem kohlensauren Gas befreit sind. So z. B. beträgt das specifische Gewicht des Gas aus feuchten Kohlen nach Cruickshank 480, des Kohlenwasserstoffgas aus Alkohol 520, und des Oehl erzeugenden Gas, nach den Amsterdammer Chemikern, 909, das der atmosphärischen Luft 1000 gesetzt.

Da Körper, welche sich chemisch zu vereinigen vermögen, sich in der Regel nur nach einigen wenigen Verhältnissen verbinden, so, scheint es

*) Die Abhandlung der Amsterdammer Chemiker über das Oehl erzeugende Gas findet man in den *Annalen*, II, 201 f. *G.*

mir, müſſen wir, der Analogie nach, auch in dieſem Falle urtheilen, daſs Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ſich ſchwerlich nach allen Verhältniſſen zu vereinigen vermögen, und daſs daher die vielen verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas, welche wir kennen, ſchwerlich eben ſo viel verſchiedene Zuſammenſetzungen von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff nach verſchiedenen Verhältniſſen ſind, ſondern daſs ſie vielmehr Miſchungen aus einigen einfachen Gasarten ſeyn mögen. In der That laſſen ſich, wie man gleich ſehen wird, in den zuſammen geſetzten Gasarten der obigen Tabelle folgende vier einfache verbrennliche Gasarten auffinden: *Reines Waſſerſtoffgas; Kohlenwaſſerſtoffgas*, (welches beim Explodiren ein doppeltes Volumen von Sauerſtoffgas verſchluckt, und das einfache Volumen an kohlenſaurem Gas erzeugt;) *) *gasförmiges Kohlenſtoffoxyd;* und *Oehl erzeugendes Gas.*

Das *Gas aus Steinkohlen* ſcheint mir gröſsten Theils Kohlenwaſſerſtoffgas zu ſeyn, vielleicht mit etwas gasförmigem Kohlenſtoffoxyd vermiſcht, welches letztere ich aus dem Grunde darin vermuthe, weil jenes Gas beim Verbrennen ein gleiches Volumen kohlenſaures Gas erzeugt, aber weniger als das Doppelte ſeines Volumens an Sauerſtoffgas

*) Dieſes iſt nämlich der Fall mit der Sumpfluft, welche, nach Cruickſhank und Dalton, Kohlenwaſſerſtoffgas, doch nach letzterm mit ungefähr 20 Procent Stickgas vermengt iſt, worauf ſich die obige Beſtimmung gründet. *Henry.*

verſchluckt. Es enthält daher wahrſcheinlich ſchon etwas Sauerſtoff in ſich; und da alles kohlenſaure Gas abgeſchieden worden war, ſo kann der Sauerſtoff nur als Beſtandtheil von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd darin vorhanden ſeyn.

Das *Gas*, welches man erhält, wenn *Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen* zerſetzt werden, iſt wahrſcheinlich eine Miſchung von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd mit Waſſerſtoffgas und vielleicht etwas Kohlenwaſſerſtoffgas. Nur unter dieſer Vorausſetzung ſind die Umſtände beim Verbrennen deſſelben zu erklären, da 100 Maaſs von ſolchem Gas nur 10 Maaſs Sauerſtoffgas mehr, als das reine Waſſerſtoffgas verzehren, und doch 35 Maaſs kohlenſaures Gas erzeugen, wozu wenigſtens 35 Maaſs Sauerſtoffgas gehören. Gasförmiges Kohlenſtoffoxyd braucht, nach Cruickſhank, um ſich in 35 Maaſs kohlenſaures Gas zu verwandeln, nur 15 Maaſs Sauerſtoffgas, und das ſtimmt ganz gut mit der obigen Annahme. *)

Nach

*) Da das gasförmige Kohlenſtoffoxyd nach Cruickſhank um $\frac{1}{23}$ ſpecifiſch leichter als die atmoſphäriſche Luft iſt, ſo finde ich, daſs eine Miſchung von 25 Maaſs gasförmigem Kohlenſtoffoxyd, 70 Maaſs reinem Waſſerſtoffgas und 6 Maaſs Kohlenwaſſerſtoffgas allein den Reſultaten der Henry'ſchen Verſuche entſpricht. Daſs nicht mehr Kohlenwaſſerſtoffgas entſteht, wenn Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen getrieben werden, iſt in der That überraſchend, und verdiente nochmahls unterſucht,

Nach denſelben Gründen zu urtheilen, iſt auch das *Gas aus Eichenholz* *) und aus *Torf* eine Miſchung von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd und von reinem Waſſerſtoffgas. Beide ſind ſehr verſchieden von dem *Gas aus Steinkohlen* und enthalten viel mehr freies Waſſerſtoffgas. Auch darin zeichnen ſie ſich aus, daſs das friſch aus Eichenholz und Torf erhaltene Gas zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ſeines Volumens aus kohlenſaurem Gas beſteht, wie ſich zeigt, wenn man es mit Kalkwaſſer wäſcht. Das Gas aus Steinkohlen verliert bei dieſem Waſchen nur $\frac{1}{27}$ bis $\frac{1}{13}$tel an Gewicht. **) In meinem erſten Verſuche zeigte

ſucht, auch durch die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts, welches bei dieſer Zuſammenſetzung des Gas nur 0,34 von dem der atmoſphäriſchen Luft ſeyn könnte, controllirt zu werden. *d. H.*

*) Herr Henry redet häufig in ſeinem Aufſatze von Gas aus *Holz* erhalten im Allgemeinen; aber die verſchiedenen Holzarten geben nicht einerlei Gas, weſshalb ich ſein *Wood* immer durch Eichenholz überſetzt habe. *d. H.*

**) Auch die condenſirbaren Produkte aus Steinkohlen ſind von denen aus Eichenholz und Torf wahrſcheinlich verſchieden. Iſt eine Mittelflaſche bei der Deſtillation gebraucht worden, ſo ſteigt aus ihr nach dem Prozeſſe ein ſtarker Geruch nach Ammoniak hervor. Lord Dundonald hatte dieſes längſt bemerkt, und er rechnet flüchtiges Alkali mit unter die Produkte des Vercoakens, *(on the Uſes and Qualities of Coal Tar* 1785.*)* Dieſe Ammoniakbildung habe ich bei Torf oder Holz

ſich bei allen dieſen Gasarten eine bedeutende Beimiſchung von Stickgas; es fand ſich aber in der Folge, daſs dieſe zufällig war, da ſie gänzlich fehlte, als ich jene Brenumaterialien mit Sorgfalt aus Glasretorten deſtillirte.

Das *Gas*, welches bei der zerſtörenden Deſtillation *von Oehl* oder *von Wachs* entweicht, verſchluckt noch bedeutend mehr Sauerſtoffgas beim Detoniren als das Gas aus Steinkohlen. Dieſes führte mich auf die Vermuthung, beide Gasarten möchten wohl Miſchungen von öhlerzeugendem Gas mit Kohlenwaſſerſtoffgas ſeyn; eine Vermuthung, die ſich völlig beſtätigt fand, als ich oxygenirt-ſalzſaures Gas hinzu brachte. Mit einem Maaſse oxygenirt-ſalzſaures Gas verminderte ſich 1 Maaſs Gas aus Oehl ſchnell bis auf $1\frac{3}{4}$ Maaſs. Eben ſo 1 Maaſs Gas aus Talg; und 1 Maaſs Gas aus Wachs ſogar bis auf $1\frac{1}{2}$ Maaſs. Nun fand ich aus mehrern mit Sorgfalt angeſtellten Verſuchen, daſs, wenn 3 Maaſs oxygenirt-ſalzſaures Gas mit $2\frac{1}{2}$ Maaſs reines öhlerzeugendes Gas, das nach Art der Amſterdammer Chemiker bereitet war, vermiſcht wurden, beide ſich vollſtändig abſorbirten, und nur 0,15 Maaſs atmoſphäriſche Luft der Gefäſse zurück lieſsen. Folglich enthalten nach dieſen Verſuchen das Gas aus Oehl und aus Talg $\frac{1}{8}$, und das aus

nicht wahrgenommen, finde auch nicht, daſs andere ſie bemerkt hätten. *Henry*.

Wachs $\frac{1}{4}$ an öhlerzeugenden Gas; das übrige ist reines Kohlenwasserstoffgas.

Die Resultate meiner Versuche geben über ein Paradoxon Aufschluss, welches der scharfsinnige Chemiker Cruickshank sich auf keine Art zu erklären wusste, nämlich woher es kömmt, dass dasselbe Kohlenwasserstoffgas beim Detoniren mit Sauerstoffgas so gar verschiedene Mengen von kohlensaurem Gas erzeugt, je nachdem es gewaschen, oder nicht gewaschen worden, oder mit Wasser lange in Berührung gewesen ist; und das zwar Gas, welches gleich von Anfang von allem kohlensauren Gas vollkommen frei war.

Herr Dalton hat nämlich gefunden, dass das öhlerzeugende Gas weit auflöslicher im Wasser ist, als irgend eine der andern Arten von Kohlenwasserstoffgas; Wasser nimmt davon nahe $\frac{1}{8}$ seines eigenen Volumens in sich auf. Nun aber finde ich, dass das *Gas aus Kampher* viel öhlerzeugendes Gas enthält, und dieses wird durch Cruickshank's eigne Wahrnehmung bestätigt, nach der es sich mit oxygenirt-salzsaurem Gas bedeutend verminderte, indess reines Kohlenwasserstoffgas sich mit oxygenirt-salzsaurem Gas zwar nach einigen Stunden zu Salzsäure, kohlensaurem Gas und Wasser zersetzt, keinesweges aber auf eine so schnelle und sichtbare Weise vermindert, wie mit allen Gasarten, die öhlerzeugendes Gas enthalten. Auch das *Kohlenwasserstoffgas aus Aether*, so wie das *aus Alkohol*, enthalten öhlerzeugendes Gas, und

Ich bin überzeugt, man werde finden, dafs dieses mit allen brennbaren Gasarten der Fall ift, die beim Verbrennen mehr als ihr eignes Volumen an kohlenfaurem Gas erzeugen. *) Dafs Cruickfhank beim Verbrennen gleicher Voluminum von Kohlenwafferftoffgas, das auf verfchiedene Art erzeugt war, fo verfchiedene Mengen von kohlenfaurem Gas erhielt; dies ift folglich kein Beweis, dafs er es mit fpecififch verfchiedenen Arten von Kohlenwafferftoffgas zu thun hatte, ift vielmehr daraus zu erklären, dafs das Kohlenwafferftoffgas mit verfchiedenen Antheilen von öhlerzeugendem Gas vermengt war.

Es gefchieht wahrlich nicht in der Abficht, Hrn. Cruickfhank's wohlverdienten Ruhm im mindeften zu fchmälern; — (ich halte feine Unterfuchun-

*) Als diefer Auffatz fchon gefchrieben war, unterfuchte ich noch ein Mahl frifches Gas aus Steinkohlen, das mit vieler Sorgfalt deftillirt war, um zu fehen, ob es keinen Antheil an öhlerzeugendem Gas enthalte. Ich mifchte davon 5 Maafs mit oxygenirt-falzfaurem Gas. Beide Gasmengen verminderten fich auf 9 Maafs. Es wäre daher wohl möglich, dafs das Gas aus Steinkohlen $\frac{1}{20}$ftel an öhlerzeugendem Gas enthalte; doch war die Erzeugung von Oehl in diefem Falle nicht fo offenbar als in andern, da fie fich blofs dadurch errathen liefs, dafs fich auf der Oberfläche ein feines Häutchen von Regenbogenfarben zeigte, wenn fie zwifchen das Auge und das Tageslicht gehalten wurde. *Henry*.

gen über die verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas und über das gasförmige Kohlenſtoffoxyd für eine der ſcharfſinnigſten und genügendſten chemiſchen Arbeiten unſrer Zeit,) — daſs ich hier die Behauptung aufſtelle, ſeine Tabelle über die Beſtandtheile der verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas *) ſey gänzlich unrichtig. Daſs nach ihr das Gas aus naſſen Kohlen in 100 Kubikzoll, das iſt, dem Gewichte nach in $14\frac{1}{2}$ Grain, nicht weniger als 9 Grains Waſſer enthalten ſoll; dies allein würde hinreichen, die Beſtimmungen verdächtig zu machen. Selbſt in 100 Kubikzoll ſalzſaurem Gas habe ich nur 1,4 Gran Waſſer gefunden, [*Annalen*, VII, 276,] und die Verſuche der Herren Clement und Desormes, [*Ann.*, XIII, 144,] machen es höchſt wahrſcheinlich, daſs kein Gas mehr Waſſer in ſich aufzunehmen vermag, als ein anderes. Wahrſcheinlich kam Hr. Cruickſhank dadurch in Irrthum, daſs er die Gegenwart von gasförmigem Kohlenoxyd in allen dieſen Gasarten nicht ahndete. Da beim Detoniren von 100 Kubikzoll (= $14\frac{1}{2}$ Grain) von Gas auf naſſen Kohlen mit Sauerſtoffgas 19 Grains kohlenſaures Gas entſtanden, ſo viel kohlenſaures Gas aber 4 Grains Kohlenſtoff enthält, und endlich dieſe Menge von Kohlenſtoff 13 Grains oder $43\frac{1}{2}$ Kubikzoll gasförmiges Kohlenſtoffoxyd voraus ſetzten würde; — ſo müſs-

*) *Annalen*, IX, 118, womit man meine Berechnungen *eben daſ.*, S. 417, Anm., vergleiche. *d. H.*

te, war es in dieſer Form, daſs ſich der Kohlenſtoff im Gas aus naſſen Kohlen befand, der übrige Theil dieſes Gas, welcher noch $56\frac{1}{2}$ Kubikzoll betrug, nur $1\frac{1}{2}$ Grain gewogen haben. Und damit ſtimmt die Vorausſetzung vortrefflich überein, daſs ſie reines Waſſerſtoffgas waren, da 100 Kubikzoll reines Waſſerſtoffgas 2,6 Gran wiegen. Das im Gas enthaltene Waſſer kann man ganz auſser Rechnung laſſen, da das Produkt des Verbrennens ebenfalls ein Gas iſt. Es läſst ſich daher als eine erträgliche Annäherung zur Wahrheit anſehen, daſs 100 Maaſs Gas aus naſſen Kohlen 43 Maaſs gasförmiges Kohlenſtoffoxyd enthalten, und daſs der Ueberreſt gröſsten Theils aus reinem Waſſerſtoffgas beſteht.

Man hat darüber geſtritten, ob das gasförmige Kohlenſtoffoxyd Waſſerſtoff in ſeiner Miſchung enthalte. Bis jetzt läſst ſich, ſo viel ich einſehe, dieſes mit Gewiſsheit weder bejahen, noch verneinen. Sollte ſich indeſs Waſſerſtoff darin finden, ſo ſcheint es mir doch auf keinen Fall als weſentlicher Beſtandtheil, ſondern nur als beigemiſchtes reines Waſſerſtoffgas darin vorhanden zu ſeyn. Denn ich finde, daſs electriſche Entladungsſchläge das gasförmige Kohlenſtoffoxyd nicht ausdehnen, welches zuverläſſig der Fall ſeyn würde, wenn es Kohlenwaſſerſtoff als Beſtandtheil oder als zufällige Beimiſchung enthielte.

Was die Theorie der Lampen und künſtlichen Lichter betrifft, ſo geben meine Verſuche über ſie

folgenden Auffchlufs: Die Materien, deren man fich in der Regel als Quellen künftlichen Lichtes bedient, nämlich Oehl, Talg und Wachs, entbinden in erhöhter Temperatur eine Menge öhlerzeugendes Gas. Schon andere haben mit Recht bemerkt, dafs der von der Flamme umgebene Docht einer Lampe oder eines Lichtes, fich in einem ganz ähnlichen Zuftande als ein Körper befindet, der der zerftörenden Deftillation in einem verfchloffenen Gefäfse unterworfen ift. Die Reihe von Haarröhrchen, aus denen der Docht befteht, wirkt hier vielleicht gerade fo, als eine in der Ofenglut horizontal liegende Röhre, durch welche entzündliche Flüffigkeiten durchgetrieben werden. Die verbrennliche Materie fchmilzt, wird dann in diefe glühend heifsen Haarröhrchen herauf gezogen und in ihnen in öhlerzeugendes Gas und Kohlenwafferftoffgas zerlegt. Von dem Verbrennen diefer Gasarten, und nicht blofs von dem Verbrennen condenfibler Dämpfe, fcheint mir die Erleuchtung hauptfächlich abzuhängen. *) Es ift daher nicht unwahrfcheinlich, dafs die Menge von öhlerzeugendem Gas und Kohlenwafferftoffgas, welche man durch zerftörende Deftillation eines Körpers erhält, fo ziemlich ein Maafs für das Vermögen deffelben, im Verbrennen Licht zu entwickeln, abgeben könnten. Bei diefen Deftillationen hat indefs der Grad der Hitze einen wefentlichen Einflufs auf die Pro

*) Siehe den zweiten der folgenden Zufätze. *d. H.*

ducte; denn ich habe gefunden, dafs fich beim Zerfetzen von Aether, Alkohol, Oehl, u. f. w., nach Willkühr öhlerzeugendes Gas erhalten läfst oder nicht, je nachdem man die Hitze bei der zerftörenden Deftillation erhöht oder vermindert. Bei dem Gas aus Steinkohlen, aus Torf und aus Holz wird der Mangel an öhlerzeugendem Gas durch einen verbrennlichen Dampf erfetzt, der fich während der zerftörenden Deftillation in das Gas verbreitet, und fich felbft dann nicht abfcheidet, wenn es durch ein wenig Waffer geht. Gas aus Steinkohlen, welches ich einen Monat lang über Waffer hatte ftehen laffen, brannte mit bedeutend vermindertem Glanze, obfchon noch immer mit einer viel dichtern und hellern Flamme als Wafferftoffgas, oder als das Gas aus naffen Holzkohlen. *)

Manchefter den 4ten Mai 1805.

Zufätze des Herausgebers.

Zufatz I. Um eine recht glänzende Erleuchtung zu erhalten, fülle ich das Verkohlungsgefäfs meiner Thermolampe mit trockenem Fichtenholze und mache ein rafches und ftarkes Feuer; es dringt dann aus allen Oeffnungen ein fichtbarer Rauch hervor, der mit eben fo weifser, dichter und glänzender Flamme als Oehl und Talg brennt, und in den Röhren fetzt fich noch etwas dünnflüffiger Theer ab. Gebe ich fchwach Feuer, fo werden die Flammen durchgehends in ihrer ganzen Ausdehnung blau, wie die Flamme des Schwefels oder des ohne Docht in einer Argand'fchen Lampe brennen.

*) Siehe den erften der folgenden Zufätze. *d. H.*

den Weingeistes, und leuchten fast gar nicht. Mehrere der Zuschauer und ich selbst empfanden nach einem solchen Versuche etwas Kopfweh, welches ich nach Versuchen mit weissem Lichte nie gespürt habe. Ich glaubte bei blauer Flamme es bloss mit brennendem Gas, und zwar mit Kohlenwasserstoffgas, bei weisser Flamme dagegen hauptsächlich mit brennenden Kienöhldämpfen zu thun zu haben, die sich bei schwachem Feuer condensirten, bei starkem dagegen durch alle Röhren in Dampfgestalt durchgetrieben würden, und bei einem Versuche selbst durch zwei Mittelflaschen voll kalten Wassers hindurch gingen, ohne darin sichtlich Oehl abzusetzen. Was mich in dieser Meinung bestätigt, ist, dass, wenn im letzten Falle eine Flamme ausgeht, ein *sichtbarer Dampf* aus der Oeffnung heraus bläst, und sich in der ganzen Ausdehnung zeigt, welche die weisse Flamme einnahm, und sogleich wieder einnimmt, wenn der Dampf wieder angesteckt wird. *Gilbert.*

Zusatz II. Die *Gesellschaft Amsterdammer Physiker* fand bei ihren Versuchen über das öhlerzeugende Gas, dass, wenn dieses Gas durch eine glühende Glasröhre getrieben wurde, die Röhre und das Wasser in der Vorlage sich mit einem schwarzen Russ bedeckte, Tröpfchen empyreumatischen Oehls entstanden, und nun das Gas die Eigenschaft, Oehl zu bilden, verloren hatte. (*Annalen*, II, 208.) Vauquelin erhielt, als er das Gas durch eine glühende Porzellänröhre trieb, Wasserstoffgas mit kohlensaurem Gas gemischt, und es setzte sich ebenfalls Kohlenstoff ab. (*Das.*, 210.) Ferner fanden jene Physiker, dass *Alkoholdämpfe*, die durch eine glühende Glasröhre gehn, kein öhlerzeugendes, sondern ein Gas erzeugen, das ein Gewicht von 0,436 der atmosphärischen Luft hat, und mit einer blässern Flamme, der des Alkohols ähnlich, brennt. *Aetherdämpfe* gaben unter gleichen Umständen ein Gas

vom Gewicht 0,709, deſſen Flamme dicht wie die Oehlflamme, aber blau war. Beide Gasarten rochen unangenehm, trübten kein Kalkwaſſer und gaben mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas kein Oehl, obſchon ſie ſich damit um $\frac{1}{7}$ ihres Volumens verminderten. [Sie waren alſo nach Henry's Anſicht der Sache eine Miſchung anderer brennbarer Gasarten mit etwas öhlerzeugendem Gas.] Wurden die Dämpſe durch thönerne oder porzellänene Röhren, oder durch Glasröhren, in welchen Stückchen Thon, oder Alaun, oder Kieſelerde lagen, getrieben, ſo gaben ſie öhlerzeugendes Gas. — Fourcroy, (*daſ.* 211,) ſchlieſst aus dieſen Verſuchen, daſs aus Aether und Alkohol das öhlerzeugende Gas bei einer geringern, Kohlenwaſſerſtoffgas dagegen bei einer höhern Temperatur entſtehe, und vermuthet ſchon, daſs beim Verbrennen von Holz und andern Pflanzenprodukten daſſelbe Statt finde: beim langſamen Verbrennen bilde ſich öhlerzeugendes Gas, das, indem es verbrennt, den Kohlenſtoff abſetze, womit Holz und Rauchfang ſich überziehn; in ſtärkerer Hitze entſtehe dagegen das gewöhnliche Kohlenwaſſerſtoffgas, das mit einer gröſsern Flamme brennt.

Mit dieſer Theorie ſtimmen die Erſcheinungen ganz wohl überein, welche die *Weingeiſtflamme* nach Verſchiedenheit der Umſtände zeigt. Wird Alkohol, (er enthielt ungefähr noch $\frac{1}{5}$ an Waſſer,) in einer gewöhnlichen Weingeiſtlampe mit mehrern Dochten verbrennt, ſo zeigen ſich zwei auffallend verſchiedene Flammen. Die innere iſt weit dichter und glänzender, unten gewöhnlich blau, auch wohl ins Röthliche ſpielend, weiter herauf dunkel gelb; ihre Höhe beträgt nur die Hälfte, manchmahl nur ein Drittel der äuſsern; ihre Geſtalt iſt die einer ziemlich ſtumpfwinkligen Pyramide, und nicht ſo unſtät und veränderlich als die der äuſsern Flamme; ihr ganzer Umfang bis in die Spitze iſt ſehr be-

ſtimmt und ſcharf gezeichnet, ſie iſt eine völlig undurchſichtige Lichtmaſſe. Die äuſsere Flamme iſt matter gelb, viel dünner, nicht ſo leuchtend, von viel gröſserer Höhe und Umfang, aber auch von einer viel ſchwankendern Geſtalt; auch giebt ſie viel weniger Hitze als die innere. Ein Paar Mahl ſah ich ſie wie mit einer ſchmalen rothen Scheide umgeben. Daſs dieſe beiden Flammen von zwei verſchiedenen brennbaren Gasarten herrühren, in die der Weingeiſt in den Haarröhrchen des Dochts zerlegt wird, ſcheint mir eine ſehr wahrſcheinliche Hypotheſe zu ſeyn. Die innere würde ich dem Oehl erzeugenden Gas zuſchreiben, da ſie eben ſo dicht und undurchſichtig als die dichte Flamme des Talglichts iſt; nur dunkel gelb, nicht weiſs, welches ich dem Mangel an hinreichendem Sauerſtoffgas zuſchreiben möchte, der erſt durch die äuſsere Flamme hindurch dringen muſs, ehe er bis zu ihr gelangt. Die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche zu unterſt aus dem Dochte entweicht, hat die geringſte Hitze erhalten; den unterſten blauen Theil der Flamme möchte ich daher für brennende unveränderte Weingeiſtdämpfe halten, um ſo mehr, da ſie ſich auf dem Deckel der Lampe zu condenſiren und auf ihr gleich einer tropfbaren Flüſſigkeit brennend ſich umher zu verbreiten ſcheinen. Die Theile, die weiter hinauf den Docht zunächſt umgeben, haben eine etwas gröſsere Hitze erhalten, und dieſe ſind es, welche ich für Oehl erzeugendes Gas nehmen möchte. Ein beträchtlicher Theil dieſes Gas entweicht noch unverbrannt aus der Flamme und wird durch die Gluth derſelben, (wie in der glühenden Glas- oder Porzellänröhre,) in Waſſerſtoffgas, Kohlenwaſſerſtoffgas und etwas kohlenſaures Gas zerlegt. Für brennendes Waſſerſtoffgas mit Kohlenwaſſerſtoffgas vermiſcht, möchte ich wenigſtens die äuſsere ſo lockere und bewegliche Flamme am liebſten nehmen, der man

es offenbar ansieht, daſs sie von einer viel leichtern Gasart als die innere herrührt, und die so ziemlich die Farbe des brennenden Wasserstoffgas, (nichts von blau,) in sich hat. Der Kohlenstoff, den das Oehl erzeugende Gas beim Verbrennen absetzen soll, verbrennt wahrscheinlich in dieser Flamme mit, und hat auf ihre Farbe Einfluſs.

Wird Alkohol auf eine Ebene gegossen und angesteckt, so ist der ganze untere Theil der Flamme blau; die hoch auflodernden Flammenkogel sind dagegen weiſsgelb und von dichterm weniger durchsichtigen Lichte, welches mit der vorigen Erscheinung überein stimmt. Ist es sehr wenig Weingeist, so zieht sich über die weiſse Spitze wohl noch von unten etwas von der blauen Flamme wie eine Hülle hinauf, und dann scheint die weiſse Flamme im Innern der blauen zu brennen.

Auch in der Argand'schen Lampe giebt der Weingeist ganz analoge Erscheinungen. Brennt er darin ohne Docht, oder wird der Docht so tief eingesenkt, daſs es so gut ist, als fehlte er ganz, so ist die ganze Lichtmasse lichtblau und völlig durchsichtig. Man sieht sehr deutlich, daſs die Lichtentbindung nur in der innern und in der äuſsern Berührungsfläche mit der Luft vor sich geht, und es steht innerlich eine dünne blaue cylindrische Lichtwand da; eine zweite konische äuſserlich, und zwischen beiden zeigt sich weiter nichts. Nur wenn der Abstand beider Cylinder ziemlich groſs ist, oder etwas vom Dochte hervor ragt, bildet sich eine Spitze zwischen diesen Wänden, und in ihr in der Regel eine lichte gelbe Spitze. Ueber der Flamme und um sie zeigt sich ein hoher kaum sichtlicher Dunstkegel, der wahrscheinlich den entweichenden Wasserdämpfen zuzuschreiben ist. Verschlieſst man die untere Oeffnung der Röhre für den innern Luftzug allmählig mit dem Finger, so wird der innere Lichtcylinder, oder

vielmehr abgestumpfte Lichtconus, ein völliger Kegel, immer kleiner, und verschwindet endlich ganz. Dafür nimmt der äussere Lichtkegel an Höhe zu, fliesst in eine Spitze zusammen, und diese blaue Spitze hat in ihrem Innern eine zweite ihr ähnliche hellgelbe Flammenspitze, die mit ihr wächst und abnimmt. Die Argand'sche Lampe nähert sich in diesem Falle einem blossen Gefässe, worin Weingeist brennt. Die elastischen Flüssigkeiten müssen sich nun mehr ausbreiten, ehe sie Sauerstoffgas genug finden, um sich damit vollständig zu zersetzen; daher die grössere, aber auch minder intensive Flamme, und bei dieser mindern Hitze wird der Weingeist im Innern nur in öhlerzeugendes Gas, im Aeussern dagegen, wie es scheint, in Kohlenwasserstoffgas verwandelt. — Wird der Docht aus der Lampe so weit heraus gezogen, dass er bedeutenden Einfluss auf das Verbrennen hat, so sieht man 4 Flammenkegel in einander: 1. den untersten an der Berührungsfläche mit dem innern Luftzuge; er ist jetzt ein völliger Conus, blau mit gelbem und rothem Lichte untermischt; 2. den von dichterm dunkler gelbem, und weniger durchsichtigem Lichte im Innern; 3. den äussern Lichtkegel, der jetzt nicht mehr blau, sondern röthlich-gelb und so dünn und von so unsteter Figur ist, dass er nur, wenn die kupferne Zugröhre aufgesetzt wird, eine bleibende konische Gestalt hat; 4. einen rothen sehr schmalen Lichtkegel, der diesen umgiebt. Welchen Einfluss das Wasser, das sich beim Alkohol befindet, auf diese Erscheinung hat, kann ich nicht angeben. Alkohol mit $\frac{1}{3}$ und mit $\frac{1}{5}$ Wasser gaben dieselben Erscheinungen, nur dass dieser rascher brannte.

Bei einem *Talglichte* scheint zu unterst aus dem Dochte eine blau brennende Gasart zu entweichen, weiter hinauf eine mit weissem dichten Lichte brennende elastische Flüssigkeit, die zunächst um den Docht und

über dem Dochte nur eine dünne durchſichtige leuchtende Hülle, weiter hinauf aber eine dichte, volle, undurchſichtige Lichtmaſſe bildet, die in einer ſehr beſtimmt gezeichneten Spitze ausläuft, und mit einer kaum ſichtlichen weit mattern und ſehr dünnen Lichtſcheide umgeben iſt, welche nur zur zu oberſte in etwas intenſiveres Licht hat, wo ſie oft in 2 verſchiedene Spitzen ausläuft. Je nachdem man vorm Löthrohre Glas mit Braunſtein am weiſsen oder am blauen Theile der Lichtflamme zuſammen ſchmelzt, erhält man ein purpurrothes oder ein farbenloſes Glas; dieſes am weiſsen Lichte wieder geſchmelzt, wird purpurn, jenes am blauen farbenlos. (Vergl. *Annalen*, II, 172.) *Gilbert.*

V.

NACHRICHT

von einer in der Kattunfabrik des Barons von Fries *zu Kettenhof eingerichteten Thermolampe,*

vom

Dr. De Carro

in Wien.

(Aus einem Schreiben an die Herausgeber der Bibl. britannique in Genf.)

Wien den 2ten Mai 1804. *)

Schon vor mehrern Monaten hatte ich gehört, und Ihnen die Nachricht in einem Briefe mitgetheilt, der Baron von Fries habe in ſeiner Kattunfabrik zu Kettenhof, 2 Stunden von Wien, eine Thermolampe zur Erzeugung der ihm nöthigen Eſſigſäure errichtet, und ſich durch den Gebrauch derſelben von dem groſsen Nutzen überzeugt, mit dem ſich dieſe Maſchine in vielen Fällen anwenden laſſe. Vor einigen Tagen hatte ich das Vergnügen, dieſe Fabrik in Geſellſchaft des Herrn Paris, Dr. der Medicin, zu beſehen. Was ich hier bemerkt und gehört habe, wird für Sie deſto intereſſanter ſeyn, da erſt vor kurzem die Geſellſchaft zur Aufmunterung der Nationalinduſtrie in Frankreich eine Preisfrage auf-

*) *Bibliothéque britannique, Sciences et Arts*, Vol. 26, p. 303. *d. H.*

gegeben hat, über die Produkte der Destillation des Holzes im Grossen, und über den Gebrauch, den man von diesen Produkten in manchen Gewerben oder in der Hauswirthschaft machen könne. Auf einen Theil dieser Frage kann ich nunmehr genügend antworten, nämlich in so weit sie die Anwendung dieser Destillation auf die Färberei betrifft.

Da Sie schon ein Modell der *Winzler'schen* Thermolampe besitzen, so schränke ich mich darauf ein, Ihnen das Eigenthümliche der Kettenhofer anzugeben. Denken Sie sich 3 Töpfe oder Kolben aus Gusseisen, die in einem Ofen aus Backsteinen eingemauert sind, der die Form eines rechtwinkligen Parallelepipedums hat. An jedem befindet sich, nicht tief unter dem obern Rande, ein Hals aus Gusseisen, über den eine Röhre aus Eisenblech, welche durch einen ungeheuren Kübel voll kalten Wassers geht, fest gekittet wird. Diese Röhre endigt sich in einer dampfdicht schliessenden Tonne, in deren obern Theile zwei andere gekrümmte Röhren eingekittet sind, die nach der Feuerstätte des Ofens unter dem eisernen Topfe zurück gehen.

Man füllt den eisernen Kolben mit Büchen- oder Eichenholz, schiebt den Deckel auf, und verschmiert sie mit einem Kitte, der aus Gyps, an der Luft zerfallenen Kalke und Rindsblut besteht; und zündet dann das Feuer unter ihnen an. So wie sie sich allmählig erhitzen, geht die brenzliche Holzsäure Tropfen für Tropfen in die Tonne über; zuletzt, wenn sie glühen, in ganzen Strahlen. Die brennbare

Luft

Luft kehrt aus der Tonne durch die Röhren in die Feuerſtätte zurück, und bildet hier eine Flamme von 2 Fuſs Durchmeſſer, welche die Hitze vermehrt.

Die brenzliche Holzſäure, welche man heraus nimmt, wenn die Verkohlung vollendet iſt, riecht ſtark empyreumatiſch, und hat die Farbe eines dunkeln Biers, wie Porter. So läſst ſie ſich nicht gebrauchen. Sie wird aus einer kupfernen Blaſe nochmahls abgezogen, und geht ſehr flüſſig und ambragelb über. Fährt man mit der Deſtillation fort, ſo erhält man eine dicke ſehr flüſſige Materie, die man in einer groſsen Kufe auffängt. Iſt die Operation vollendet, ſo ſchöpft man den leichteſten Theil der Flüſſigkeit, ein Oehl, mit eiſernen Löffeln ab; das übrige wird an der Luft feſt, und bildet ein hartes Pech, das im Bruche ſtark glänzt. Dieſes ſind die Produkte der Deſtillation des Holzes. *) In den Kolben findet man eine ſehr ſchwarze glänzende, ſehr leichte und ſehr entzündliche, völlig geruchloſe Kohle. Der Verkohlungsprozeſs dauert den ganzen Tag fort; ſo bald er vollendet iſt, nimmt man die Kohlen heraus, (ein Mahl des Tages,) und dämpft ſie aus, in einem eiſernen Kaſten, der neben dem Ofen ſteht.

Folgendes ſind die ökonomiſchen Vortheile, welche die Fabrik von dieſer Thermolampe hat.

*) Des Eichen- und Büchenholzes, denn bei weichem Holze verhalten ſie ſich anders. *d. H.*

Ein Mahl heitzt der Ofen einen grofsen und hohen Saal, in welchem er fteht, und der zum Trocknen des Kattuns und der Baumwolle beftimmt ift, welche von der Decke herab hängen. Er bedarf nicht mehr an Feuermaterial, als der vorige Ofen, an deffen Stelle man ihn hierher gefetzt hat, und hitzt doch zugleich die eifernen Kolben, in denen das Holz deftillirt wird.

Zweitens erhält man als Produkte diefer Deftillation: *Holzfäure*, die auf effigfaures Eifen benutzt wird, deffen man fich zum Färben bedient, von Schwarz, Braun und allen dunkeln Farben. Bisher verbrauchte die Fabrik zu diefer Abficht über 500 Eimer Weineffig, den fie mit 8 Fl. den Eimer bezahlte. Sie erhält der Holzfäure jetzt fo viel, dafs fie glaubt, alle öfterreichifche Fabriken damit verforgen zu können. *Oehl*, welches von den Arbeitern in Lampen verbrannt und von den Lederbereitern *(corroyeurs)* fehr gefucht wird. *Theer*, den man den Zentner mit 5 Fl. bezahlt. *Kohle* im Kolben, von vorzüglicher Güte.

Herr Ziegler, einer der Directoren diefer Fabrik, hatte verfucht, die Holzfäure auf Bleiweifs zu benutzen; allein ftatt weifsen Bleiweifses, erhielt er gelbes, welches dem Oehle zuzufchreiben ift, das fich bei der Holzfäure befindet, und das er ungeachtet wiederhohlter Deftillationen davon nicht zu trennen vermochte. Herr Dr. Paris fättigte die Holzfäure mit Kali, that dann Schwefelfäure hinzu und deftillirte; fo erhielt er eine Effigfäure,

klar und rein wie Waſſer. Um dieſen Prozeſs mehr zu vereinfachen, zog er die Holzſäure über Kohlenpulver ab. Dies gab ihm eine ſehr ſtarke, ſehr ſtyptiſche und vollkommen weiſse Säure. Vermittelſt dieſes Kunſtgriffs wird daher auch die Bleiweiſsfabrikation unſtreitig gelingen.

Man ſchätzt in dieſer Fabrik die Stärke der Holzſäure auf das Dreifache der Stärke des Eſſigs, deſſen man ſich bis dahin in ihr bediente.

Da dieſe Verſuche nicht von Chemikern angeſtellt ſind, ſo haben ſie freilich nicht die Genauigkeit, welche zu wünſchen wäre, und es laſſen ſich über die Vortheile des Verfahrens keine zuverläſſige Rechnungen anſtellen. Ich wünſche, daſs die Kattunfabriken meiner Vaterſtadt (Genf) von dieſer Nachricht Vortheil ziehn, und daſs andere, die in der Chemie beſſer als ich bewandert ſind, ſich mit Anwendung der Thermolampe zum ökonomiſchen Gebrauche beſchäftigen mögen.

Zuſatz des Herausgebers.

Einige Erfahrungen enthaltend, über die Thermolampe, und deren Anwendungen,

vom

Dr. Kretschmar in Sandersleben.

Daſs in Deutſchland, wie alles Neue, ſo auch die Thermolampe, gleich anfangs ihre groſsen Lobpreiſer und mehr als Einen Eiferer fand, der gern

alle Oefen umgerissen und sie in Thermolampen verwandelt hätte, ist bekannt. Am ernstlichsten scheint sich mit ihr der Verfasser folgenden Werks beschäftigt zu haben: *Der häusliche und technische Werth der Verkohlungsöfen, ausführlich dargestellt, nebst der Beschreibung zweckmäfsiger Einrichtungen, von* Friedr. Kretschmar, *Med. D., mit* 13 *Kupfertafeln.* Leipzig 1805, 447 S., 8. Herr Dr. Kretschmar ist nicht selbst Chemiker, und lebt in einem kleinen Dessauer Städtchen, wo es ihm an vielen Mitteln zur Untersuchung und zur Belehrung fehlen muss. Auch hat er nicht für Naturforscher geschrieben, sondern es scheint ihm das gemeine grosse Publicum, (ungefähr so, wie es im Reichsanzeiger über Gegenstände der Physik zu fragen und zu antworten pflegt,) vor Augen geschwebt zu haben. Diesem erzählt er, was für eine Bewandtniss es mit der Verkohlung habe, (wobei er, etwas sehr hoch, mit der Materie und deren Grundkräften anfängt,) zeigt umständlich, wie die Verkohlung zum Erleuchten und besser noch zum Hitzen dienen könne, lehrt die Produkte der Verkohlung nach seinen Erfahrungen kennen, thut mannigfaltige Vorschläge, wie diese Produkte anzuwenden und wie Fabrikanlagen darauf einzurichten sind, und giebt eine sehr genügende Anleitung zur ökonomischen Benutzung des Feuers und eine Kritik aller Methoden, das Feuer zum Heitzen, Sieden, u. s. w., zu gebrauchen, bei weitem der vorzüglichste Theil des Buches, wie bei so manchen ausgezeichneten Vor-

gängern in dieser Materie zu erwarten war. Wäre auch das Werk kein Muster, wie man ein Buch schreiben soll, stimmte es nicht überall mit den Grundsätzen der Chemie überein, dürfte man bestimmte Angaben nach Maass, Zahl und Gewicht in grösserer Menge wünschen, und möchte der Verf. nicht alles richtig gesehen und erprobt haben, möchte mancher seiner Vorschläge vielmehr unausführbar seyn; so wird das Publicum, für welches das Buch bestimmt scheint, daran doch keinen Anstoss nehmen, und Hrn. Dr. Kretschmar's Bemühungen sind im Ganzen verdienstlich und empfehlenswerth. Er gehört nicht zu den blinden Eiferern, welche die Thermolampe zu allem gut, und in ihr keinen Tadel finden; seine Erfahrungen verdienen daher Beachtung, und durch Abänderung und fortschreitende Verbesserung werden manche seiner Vorschläge gewiss zu gedeihlichen Resultaten führen. Hier aus dem Werke Einiges, welches mit dem Vorhergehenden in Zusammenhang steht, und dem ich meine eignen Erfahrungen mit der Thermolampe hier nicht einweben will. *Gilbert.*

„Wird Holz völlig verkohlt, so geben 24 Pf. nur 4 bis 6 Pf. Kohle. Ungeachtet es in Meilern nie gahr verkohlt wird, so gehn daher doch wenigstens $\frac{2}{3}$ des Holzes, indem man es in Kohle verwandelt, ungenutzt verloren. Nichts kann dieser Holzverschwendung wirksamere Gränzen setzen, als die Einführung der Verkohlungsöfen im Haus- und Fa-

brikenwesen. *) Schmiede, Giesser, Klempner können sich die Kohlen, die sie zu ihren Arbeiten brauchen, ungemein wohlfeiler verschaffen, als bis jetzt, wenn sie ihren Stubenofen in einen Verkohlungsofen verwandeln, besonders da ihre Kohlen nicht vollkommen verkohlt zu seyn brauchen. Laboranten, Apotheker, Destillateurs können einen Verkohlungsofen nicht entbehren, um sich die zum Klären der Flüssigkeiten nöthigen, völlig ausgeglühten Kohlen zu verschaffen. — — Nach meiner Erfahrung besitzen die Dämpfe und Gasarten, welche beim Verkohlen des Holzes fortgehn, hinlängliche Brennbarkeit zum *Hitzen*, so dass sie in vielen Fällen die Stelle des Holzes ersetzen. Auch fand ich sie zum *Erleuchten* statt anderer Lichter zwar brauchbar, aber mit weniger Sicherheit und mehrern Einschränkungen. Zum Heitzen können sie *ungetrennt* und mit weniger oder ohne alle Verkohlung gebraucht werden; auf diese Erfahrung habe ich mehrere neue Feuerungsanlagen gegründet, welche von mir bisher entweder bloss entworfen, oder zugleich selbst realisirt worden sind. Die Kühlanstalten sind dabei entbehrlich, und die Anlage wird dadurch so einfach, dass sie sich überall anbringen lässt. Leitet man die Dämpfe unter den Rost hin, auf welchem Holz oder Kohlen brennen, so ver-

*) Oder die Verkohlung in Oefen mit eisernen Verkohlungsgefässen und Röhren, welche die brennbaren elastischen Flüssigkeiten in den Ofen zurück führen. *d. H.*

brennen diese rathsamer, und die Kohlen werden zu einer grössern Gluth angefacht und verbrennen rein auf. Ich habe gefunden, dass man auf diese Art das äussere Brennmaterial beim Verkohlen zwar nicht ganz entbehren, aber doch die Hälfte desselben ersparen kann. Solch einen Gas-verzehrenden Verkohlungsofen habe ich so wohl zur Zimmerheitzung als zu andern Zwecken mit Erfolg angewendet. Versieht man das Verkohlungsgefäss mit mehrern Röhren, wovon eine das Gas unter den Herd zurück, eine andore dasselbe in den Ofen eines benachbarten Zimmers führt, so kann man nach Belieben durch die Thermolampe auch dieses Zimmer heitzen oder nicht. Hängt man in diesem zweiten Ofen wieder ein Verkohlungsgefäss über die Flamme, so fängt die Verkohlung darin $\frac{1}{2}$ Stunde später an. Ich habe das Flammenfeuer der Dämpfe in einem Kochofen benutzt, und den Winter über bei dieser Flamme kochen und braten lassen. Die regelmässige Besorgung des Feuers, welche das Sieden und Destilliren von Flüssigkeiten erfordert, macht, dass ein Verkohlungsofen für sie besonders brauchbar wird. Die Flamme der Verkohlungsdämpfe lässt sich durch das Stellen des Hahns augenblicklich verkleinern und wieder vergrössern, und hat auch vor der Heitzung mit Wasserdämpfen in diesen Fällen, z. B. in Färbereien, Zuckersiedereien, u. s. w., Vorzüge."

„Die Rinden liefern beträchtlich mehr brennbares Gas als der Splint des Holzes und lassen sich

fehr leicht verkohlen; die junge Rinde ift ärmer an Harz als die ältere und liefert daher weniger brennbares Gas als fie. Das Holz ift um fo leichter zu verkohlen, je harzreicher es ift; das weiche viel leichter als das harte. Das meifte theerartige Oehl und brennbare Gas geben die harzreichen Nadelhölzer und Birkenholz, und von ihnen find die Dämpfe am wenigften übel riechend. — 24 Pfund *Birkenholz* gaben im Durchfchnitt 6 Pf. Kohle, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Pf. theerartiges Oehl und 10 Pf. Holzeffig, und erforderten, um verkohlt zu werden, 10 Pf. Birkenholz zur Unterhaltung des äufsern Feuers. Die gewonnene Kohle, welche warm gewogen wurde und mit der Zeit um $\frac{1}{12}$ fchwerer wird, hatte die Hälfte des Volumens des Holzes; das Gas roch nicht unangenehm. — *Tannenholz* giebt weniger Oehl und Effig, und Kohlen, die dem Volumen nach $\frac{3}{4}$, dem Gewichte nach aber nur $\frac{1}{5}$ des verkohlten Holzes betragen; die Dämpfe von völlig trocknem rochen gar nicht. — *Fichten*- und *Kiefernholz* giebt mehr Oehl und brennbares Gas als Tannenholz. — *Büchenholz* und *Eichenholz* find fchwer zu verkohlen und geben weniger Gas, aber eine Kohle, die weit länger brennt. — *Pflaumenkerne* geben Dämpfe, die brenzlich riechen, aber mit einer dichtern Flamme als das Holz brennen und mehr Hitze geben; auch ihre Kohle brennt fparfamer als die Holzkohle; kohlenfaures und effigfaures Ammoniak begleiten in diefem Falle die Holzfäure. — Die Dämpfe von *Birkenrinde* rochen gar nicht, von *Nufsfchalen* benzoear-

tig. — Einige *Torfarten* geben eine beträchtliche Menge brennbares Gas, andere gar keins. Eine Torfart aus dem Bernburg-Schaumburgſchen gab nichts als hepatiſches Gas mit kohlenſaurem Gas, welches jede Flamme erſtickte; das ganze Haus füllte ſich mit einem ſolchen hepatiſchen Geruche, daſs die Verkohlung nicht zu Ende zu bringen war; die Torfkohle brannte aber ohne allen Geruch, faſt ohne Rauch und mit einer ſehr lebhaften hell glänzenden Flamme. — Von *Steinkohlen* gaben 30 Pf. ungefähr 4 Pf. Oehl und eine ammoniakaliſche Flüſſigkeit, wie der Torf; die Schwefel- und Eiſentheile ſintern zu Eiſenkies zuſammen.“

„Verbrennlich ſind 1. die *rein-ſauren Dämpfe*, da der concentrirte Eſſig mit Flamme verbrennt; 2. die *öhligen Dämpfe*, von denen die ſchwerern durch Abkühlung zugleich mit den wäſſerig-ſauern niedergeſchlagen werden, die feinern aber in Verbindung 3. mit den *Kohlendämpfen* und *Gasarten* fortgehn. Flammenfeuer iſt zur Erzeugung dieſer feinen brennbaren Dämpfe wirkſamer als Kohlenfeuer. Die Flamme des einfachen brennbaren Gas giebt ohne dieſe Dämpfe weder hinlängliche Helligkeit noch Hitze, und bringt nur in Verbindung mit ihnen die Helligkeit eines gewöhnlichen Lichtes hervor. Ohne ſie brennt das Gas mit einem *himmelblauen* Lichte; und 30 ſolcher Lichter von gewöhnlicher Gröſse gaben nicht Helle genug, um dabei leſen zu können; auch erſcheinen alle gröſsere Gegenſtände dabei bläulich. Die Flamme verliſcht

dann leichter und läſst dabei den unangenehmſten Geruch zurück. Man kann mehrere Minuten lang die Hand in dieſe blaue Flamme halten, ohne ſich zu verbrennen. (?) Ich habe mich zu wiederhohlten Mahlen überzeugt, daſs eine beträchtlich groſse Flamme dieſes unvermiſchten Gas in einem Ofen verbrannt, welcher ſich mit Holz recht vortheilhaft heitzt, bei einer äuſsern Temperatur unter dem Gefrierpunkte nicht hinreicht, ein Zimmer nur nothdürftig zu erwärmen, wenn ich ſie auch 3 Stunden fortbrennen lieſs. Als ich in einem Feuerkaſten, in welchem über der Flamme ein Topf mit kaltem Waſſer ſtand, die blaue Flamme des Gas 2 Stunden lang brennen lieſs, war das Waſſer dem Sieden erſt nahe gekommen. Bei der mit Dünſten vermiſchten Flamme kam das Waſſer unter gleichen Umſtänden in $\frac{3}{4}$ St., und über Feuer von Birkenholz, deſſen Flamme dem Augenſcheine nach nur halb ſo ſtark war, in $\frac{1}{2}$ St. zum Kochen. — Die durch Abkühlung gereinigten Dämpfe ſind der Flammenſtoff, deſſen ich mich mit vorzüglichem Erfolge zum Heitzen der Zimmer und zum Küchengebrauche ſtatt des Holzes, auch zum Erleuchten bediene. Das brennbare Gas beträgt darin weniger als die öhligen und Kohlendämpfe. Dieſe gehen mit durch das Kühlungswaſſer durch; läſst man ſie aber mehrmahls in einen weiten Raum austreten, ſo wird die Bewegung des Gasſtroms ſo langſam, daſs ſie ſich abkühlen und vom Gas trennen können. Ein Luftreſervoir hat daher keine häusliche Brauchbarkeit; die

Flamme, die aus demſelben entweicht, brennt blau. [Dennoch thut Hr. Dr. Kretſchmar Vorſchläge zu einer portatilen Gaslampe, beſonders zu Nachtlichtern, die er aber ſchwerlich je zur Ausführung gebracht hat.] Wird ein Behälter mit ſolchem Gas und Dampf angefüllt, und öffnet man zugleich die Hähne einer ſenkrecht aufſteigenden und einer ſenkrecht herab ſteigenden Röhre, ſo läſst es ſich nur an der Mündung der letztern, nicht der erſtern entzünden. Es iſt alſo ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft. Daher ſtrömt es aus fallenden Röhren ruhiger als aus ſteigenden aus. Ich habe es in Röhren 24 Fuſs hoch anſteigen laſſen. Eine Flamme von der Gröſse eines gewöhnlichen Lichts widerſteht einem mäſsigen Winde, und läſst ſich nur durch Luftſtöſse ausblaſen. Von weichem Holze kommen ſie bei raſchem Feuer von Anfang an mit einem gelben reinen Lichte, und geben beinahe ſo viel Helligkeit als ein gewöhnliches Licht; anfangs zeigt ſich in ihnen ein Dampfſtrahl, den ſie als hohler Cylinder umgeben. Bei ſchwerer verkohlbaren Brennmaterialien und langſamer Erhitzung iſt die Flamme anfangs blau; dann fängt die Spitze an ſich gelb zu färben; bei groſsem Flammenfeuer ſpielen ſie blau und gelb, und endlich werden ſie ganz gelb, wie die Flamme eines groſsen Holzſtoſses; zuletzt röthet ſich die Flamme bei einer kurzen Röhre. Groſse Lichter brennen mit lodernder, kleine mit ruhiger Flamme; bei mangelnder Abkühlung brennen die Lichter der kurzen Röhren mit Kniſtern

und Funkenſprühen, welches von den mit fortgeriſſenen gröbern Oehltheilen herrührt. Meine Beleuchtung durch einen Stubenofen, worin 24 Pf. Holz verkohlt werden, dauert 3 bis 6 Stunden; ſie konnte aber ſelten 6 Stunden lang fortgeſetzt werden, weil die Stubenluft zu heiſs wurde. — Bei der Geſchwindigkeit des Durchſtrömens des Gas durch die Röhren kann in ihnen keine Knallluft entſtehen; auch habe ich ſolche nie nach Endigung des Verſuchs in den Röhren bemerkt. Als ich aber eine 25 Fuſs lange Leuchtröhre, da eben das letzte Licht zu erlöſchen anfing, in der Mitte über einer Lampe erhitzte, um den Eindrang der äuſsern Luft zu beſchleunigen, und ein anderer am Ende das Licht wiederhohlt anzündete, wandte die Flamme ſich einwärts und fuhr mit donnerndem Geräuſch innerhalb der ganzen Röhre fort. Ich zündete mehrmahls das noch 1 bis 2 Stunden nach der Verkohlung im Verkohlungsgefäſse vorhandene brennbare Gas an; das geſchah mit einer kleinen Verpuffung und es ſchlug eine blau und gelb gemiſchte Flamme 6 Fuſs hoch auf; ſie ſtieg und ſenkte ſich abwechſelnd, und dieſes ſchöne Schauſpiel endigte ſich nach zehn Minuten. (?) Als ich das Gefäſs 12 Stunden nach Ende der Feuerung öffnete, geſchah ein Windſchuſs, der einen Theil der Kohlen mitnahm und umher ſchleuderte."

„— — Das durch die Thermolampe erhaltene *Oehl* dampft beim Verbrennen noch ſtärker als Rüböhl, hat einen noch unerträglichern und durchdrin-

gendern Geruch als altes ranziges Fett, und verstopft den Docht, um den sich bald eine kohlige Rinde anlegt, worauf die Flamme erlischt. In zwei übrigens gleichen Lampen verbrannten in 1 Stunde 120 Gran Rüböhl, das ½ Jahr alt war, und 100 Gran frischen Holzöhls; erstere musste in der Stunde 2 Mahl, diese 4 Mahl geschnupft werden, um gleiche Helligkeit zu geben. Mit anderm Oehl aufgesotten, vermischt sich das Holzöhl damit und brennt besser. Bis zum Aufwallen erhitzt, giebt es nicht eher Dämpfe, als bis es stark kocht; diese (?) brennen mit einer grossen lodernden Flamme, die bei stärkerer Hitze ganz, bei geringerer nur an der Spitze hellgelb, unten blau ist. Zuletzt bliesen sie so stark, dass sie desshalb nicht mehr brannten. — Das theerartige Holzöhl trocknet an der Luft eben so bald als der beste Leinöhlfirniss ein, und der Geruch verliert sich bei dem Austrocknen. Holzwerk damit bestrichen wird glänzend schwarz und ist gegen Nässe und Wurmfrass geschützt; in der Sonnenwärme verflüchtigte sich aber der Anstrich, daher es am vortheilhaftesten wäre, das Holzöhl zu dieser Absicht mit Leinöhlfirniss und Kienruss zu versetzen. Eisen und Kupfer liesse sich dadurch gegen das Rosten schützen. Auch macht es das Leder, das damit geweicht wird, haltbarer und wasserdicht, riecht aber etwas. Beim Walken des Leders ist es besser als Thon und Fett; das Leder wird dadurch ausserordentlich dicht und geschmeidig, und der Geruch verjagt Ratten

und Mäuſe. Mit Fett zerlaſſen giebt es Wagenſchmiere. Deſtillirt giebt das Holzöhl ein dem Kienöhl an Flüchtigkeit und Geruch ähnliches Oehl; aber nur der erſte Antheil, der übergeht, iſt farbenlos. Es bleibt ein zähes Pech zurück, das in Waſſer gekocht, alle Eigenſchaften des Pechs zeigt."

„Die *Holzſäure* riecht und ſchmeckt durchdringend räucherig. Durch Digeſtion mit Kohlenpulver läſst ſie ſich nicht entfärben, wohl aber durch Deſtillation im Waſſerbade über Kohlenpulver und Braunſtein; ſie erſcheint dann farbenlos und ohne Geruch, aber noch mit flüchtigem Oehl verbunden, welches ſich auf einer Glasplatte, die man den Dämpfen derſelben ausſetzt, als ein glänzender Ueberzug zeigt. Um 1 Drachme Pottaſche zu ſättigen, wurde 1 Unze deſtillirter Holzſäure, aber 1½ Unzen deſtillirten Weineſſigs gebraucht. Von jener löſten 8 Unzen 7 Drachmen Bleiglätte auf, von dieſer nur 4 Unzen 10 Gran. Die nicht-deſtillirte enthält ſo viel theerartiges Oehl in ſich, daſs ſie es an der Luft in Flockengeſtalt abſetzt, und ſie läſst ſich deſshalb zum Schwarzfärben von Zeugen, von Leder, von unglaſirtem Thon, von Horn und Knochen und von Holz brauchen, welches dadurch das Anſehen von ſchwarzem Ebenholz bekommt, ohne rauh zu werden, nur daſs alle Eſſigſäure den Tiſchlerleim auflöſt. Recht roſtiges Eiſen, welches man in Holzſäure wirft, löſt ſich darin ſo ſchnell als in Eſſigſäure auf, und die kohlſchwarze Auflöſung, welche

dieses giebt, kann die Stelle der Eisenvitriolauflösung zum Schwarzfärben sehr vortheilhaft vertreten. Holzsäure ist zum Gerben der Häute sehr brauchbar, und färbt sie zugleich schwarz. — Frisches Fleisch, nachdem es 12 Stunden in Holzsäure gelegen, sah inwendig weiss, äusserlich schwarz aus, und war so derb geworden, wie stark geräucherter Schinken, welches darauf beruht, dass die Essigsäure den Gallert so willig auflöst, und dem Fleische entzieht. — Holzsäure ist dem gebrauten Essig zur Bereitung von Bleiweiss und Grünspan vorzuziehen; da er keine schleimigen Theile enthält, kann er nicht so leicht verderben als dieser, während der gewöhnlichen Operation, die 6 bis 8 Wochen dauert, indem man Essig und Metall in Mist oder in einem Keller zusammen hinstellt. Es ist vortheilhafter, beide Metalle der flüssigen Säure unter Berührung der Luft, als den Dämpfen derselben auszusetzen, und so z. B. sie mit destillirtem Holzessig zu besprengen."

So weit Herr Dr. Kretschmar.

VI.

BESCHREIBUNG
einer verbesserten Einrichtung der Luftpumpe,

von

N. Mendelssohn
in London.

Folgendes ist der Brief an Nicholson, geschrieben zu London *Surry-Street, Black-Friars*, Februar 13, 1805, womit Herr Mendelssohn die Beschreibung begleitete, welche in Nicholson's *Journal*, March 1805, pag. 201, eingerückt ist.

„Ich hatte den Vorsatz, da ich mich, als mathematischer Instrumentenmacher, niederliess, es mein Hauptbemühen seyn zu lassen, die Instrumente so weit zu verbessern, als es die gegenwärtigen Fortschritte in den Wissenschaften, die Natur der Sache und meine geringe Geschicklichkeit nur immer erlauben möchte. Ich begann mit Volta's electrischem Feuerzeug und mit der Luftpumpe. Den Bau der letztern glaube ich sehr vereinfacht zu haben, so dass sie nicht so leicht als bisher wandelbar werden kann, und doch ein sehr grosses Exhaustionsvermögen besitzt. Sie steht, wie ich sie hier beschrieben und abgebildet habe, zu Ihrer Ansicht bereit, und ich würde mich glücklich schätzen, wenn dieses physikalische Instrument Ihren Beifall fände. — — —"

Der

Der vielen Verbesserungen, welche man im Bau der Luftpumpe angebracht hat, ungeachtet, blieb es doch noch immer zu wünschen, dass sie in ihrem Mechanismus vereinfacht würde, ohne dadurch etwas von ihren Vorzügen nach den neuesten Einrichtungen einzubüssen. Dass der Mechanismus der Pumpe, und nicht der Luftdruck die Ventile öffnen möchte, war längst gewünscht, und von den Herren Cuthbertson, Haas und einigen andern erfinderischen Künstlern wirklich geleistet worden; es schien mir indess beim Lesen der Beschreibungen ihrer Luftpumpen, dass diese zu zusammen gesetzt seyen. Ein so complicirtes Instrument zu reinigen und wieder zusammen zu setzen, muss für den Physiker eine sehr beschwerliche und schwierige Sache seyn. Bei meiner Einrichtung lässt sich die Luftpumpe, nachdem sie gereinigt worden, in weniger Zeit als einer halben Stunde wieder zusammen setzen, und bedarf des Reinigens nur selten.

Ich habe die Communicationsröhre, welche in den gewöhnlichen Luftpumpen von den Ventilen nach dem Recipienten führt, sammt dem Hahne dieser Röhre verworfen, und den Recipienten unmittelbar über die Ventile gestellt. Zu dem Ende mussten die Stiefel verkehrt gestellt werden, mit der Bodenplatte und den Ventilen oben, und der gezähnten Kolbenstange sammt dem Stirnrade unten, wie Taf. II zeigt. *AB*, *CD* sind die beiden Stiefel, und *E*, *F* die beiden Ventile, durch welche der Recipient *O* mit den Stiefeln, vermöge

zweier fehr kurzer Kanäle *ab*, *cd*, (Fig. 2, Taf. II,) und dem Hahne *G*, (Taf. I,) in Verbindung fteht. In den Deckeln *i* und *k* befinden fich zwei andere Ventile, die fich nach aufsen öffnen, und der Luft aus den Stiefeln den Ausgang in die Atmofphäre verftatten. Man fieht eins diefer Ventile bei *e*.

Der Teller *MN* befteht aus einer eben gefchliffenen Glasplatte. Ich ziehe Glas dem Meffing vor, weil es reinlicher ift, und weder von Waffer noch von Säuren angegriffen wird. Auch wird man diefes bei manchen electrifchen Verfuchen im luftleeren Raume fehr bequem finden. Die Barometerprobe *PQ* ift nach Art des erften torricelli'fchen Barometers eingerichtet; fie ift auf diefe Art am leichteften zu machen, und am zuverläffigften; auch fteht fie auf keine Weife im Wege, kann fo am beften gefehen werden und ift gegen Zufälle gut gefichert. Die beiden Säulen aus Meffing *HK* und *IL* halten und tragen das Ganze. *RSVW* ift das gewöhnliche Triebwerk, mit einer doppelten Kurbel *lm*, welche, wie man beim Gebrauche finden wird, einer einfachen vorzuziehen ift. Das ganze Inftrument fteht auf einem Mahagonytifche, welcher als Fufsgeftell dient.

Die Stiefel find von Glas, inwendig ausgefchliffen und polirt, die Kolben von Zinn, und beide find fo genau gearbeitet, *dafs fie, ohne mit Leder umlegt zu werden, luftdicht fchliefsen.* Die Friction zwifchen diefen beiden Körpern ift über alle Erwartung geringe, und diefes bürgt dafür, dafs die

Maschine von Dauer seyn wird. Ein zweiter Vortheil ist, daſs die Pumpe, auch wenn sie 6 Monat gestanden hat, sogleich zu gebrauchen ist, ohne Reinigung oder Reparaturen zu bedürfen, da sie von dem Oehle in den Stiefeln nicht angegriffen wird, welches beim Messing nicht zu vermeiden ist.

Befindet sich der Hahn *G* in der Lage, wie die Zeichnung ihn darstellt, so ist die Verbindung zwischen dem Recipienten, den Stiefeln und der Barometerprobe offen. Wird er um den vierten Theil weiter gedreht, so sind die Stiefel verschlossen, Recipient und Barometerprobe bleiben aber in Verbindung. Um die Luft in den Recipienten zu lassen, zieht man einen kleinen Stöpsel, (*n*, Fig. 2, Taf. II,) heraus, der in den Hahn eingeschliffen ist.

Was das Spiel der Pumpe betrifft, so wird es hinreichend seyn, es für einen einzigen Stiefel zu erklären, da im andern Stiefel alles eben so vorgeht. *F* ist ein Kegelventil aus Metall, von welchem ab ein Kanal durch den Hahn *G* zum Recipienten hinauf geht, wie man dies in Fig. 1 und 2, Taf. II, sieht, in welchen einerlei Theil mit einerlei kleinen Buchstaben bezeichnet ist. Die stählerne cylindrische Stange *FT* geht durch eine Lederbüchse *tt* im Kolben; das obere Ende dieser Stange ist an dem Kegel *F* des Ventils befestigt; das untere Ende sitzt locker in einer kleinen Höhlung und hat darin einen Spielraum von 0,1 Zoll, sich herauf und herab zu bewegen; weiter kann sich daher auch das Ventil *F* nicht öffnen. Geht der Kolben herunter, so

öffnet er sogleich das Ventil, indem er die Stahlstange *FT* herab, gegen den Boden der Höhlung drückt; dann schiebt er sich längs der Stange herab, und während der ganzen Zeit hat die Luft aus dem Recipienten einen freien Zutritt zum Stiefel. So wie er zurück kehrt, hebt er die Stange *FT*, verschliesst das Ventil, und schiebt sich dann längs der Stange bis zur Deckplatte hinauf. So wie hierbei die Luft im Stiefel auch nur um ein weniges condensirt ist, so öffnet sie das Kegelventil *e*, Taf. II, und entweicht in die Atmosphäre. Dieses Ventil fällt von selbst, durch sein eignes Gewicht, (ungefähr ¼ Unze,) zu, so bald der Stempel die Deckplatte des Stiefels berührt, und bedarf daher keiner Springfedern oder neuer Gewichte zu dieser Absicht. *)

Soll die Pumpe gereinigt werden, so schraubt man die Schrauben *H* und *I* ab; die ganze Deckplatte *gh*, sammt allem, was darauf ruht, läſst sich dann abheben. Die beiden Stiefel sind nun leicht von den Kolben herunter zu ziehen, und nachdem man sie ausgewischt und mit dem reinsten milden Oehle inwendig ausgeschmiert hat, wieder an ihre Stelle zu setzen. Legt man alsdann die Deckplatte wieder auf, und schraubt die Köpfe *H* und *I* wie-

*) Nach der Zeichnung zu urtheilen, befindet sich darüber noch ein zweites Ventil, wodurch derselbe Vortheil erlangt werden würde, als in der Smeaton'schen Pumpe durch das Ventil auf den Stiefeln. In der Beschreibung findet sich indess davon nichts. *d. H.*

der ein, so ist das Instrument ganz im Stande. Weder die Kolbenstangen noch das Triebrad braucht man fortzunehmen, da die Cylinder über ihnen stehn.

Ich beschliesse mit der Bemerkung, dass weder der Gebrauch von gläsernen Stiefeln, noch die Methode, die Ventile zu öffnen und zu schliessen, neu ist; doch ist, so viel ich weiss, meine Luftpumpe das erste Instrument dieser Art, welches man in England ausgeführt hat. Die Idee, die Ventile in der Deckplatte anzubringen, und dadurch die Maschine zu vereinfachen, scheint den vortrefflichen Künstlern in diesem Lande, wie im Auslande, entgangen zu seyn; ich habe sie nirgends angedeutet oder beschrieben gefunden. Dass die Kolben von Metall ohne alle Liederung sind, muss die Dauer erhöhen und das Arbeiten mit der Luftpumpe zu einer weit weniger sauern Arbeit machen.

VII.

Noch etwas über Lichtstrahlen beim Blinzeln.

In Beziehung auf Herrn Prof. Kries Bemerkungen in Voigt's Magazin für Naturkunde, B. X, St. 6, S. 495—502.

Ruhige Erörterungen wissenschaftlicher Gegenstände sind von dem Unangenehmen litterärischer Fehden so weit entfernt, dass ich es mir nicht versagen kann, auf Herrn Prof. Kries Bemerkungen noch Einiges zu erwiedern. Es ist mir nur darum zu thun, endlich einmahl *irgend eine* Erklärung eines so gemeinen Phänomens ausser Streit gesetzt zu sehen; ob es die *meinige* oder eine *andere* ist, daran liegt nichts. Wahrheit ist, auch bei solchen minder wichtigen Dingen, immer ein Gut, und von Andern mitgetheilt, nicht minder schätzbar, als durch eigene Anstrengung erworben oder durch Zufall gefunden. Wenn ich bis jetzt noch meine in den *Annalen der Physik*, XIX, 187 f., (unter 8, Seite 210,) aufgestellte letztere Erklärung für genügend halte, so liegt es wenigstens gewiss nicht an einem Widerwillen, mich vom Gegentheile überzeugen zu lassen.

I.

Daſs Länge, Dicke und beſonders Menge der Härchen in den Augenwimpern, — wenn dieſe als Cylinderſpiegel durch Reflexion die Lichtſtrahlen beim Blinzen hervor brächten, *) auf die Erſcheinung einen ſehr merklichen Einfluſs haben müſsten, ſcheint mir immer noch nothwendig.

Herr Prof. Kries ſagt: „die Strahlen lieſsen „ſich nicht zählen; an beiden Augenliedern ſtänden „die Wimpern dicht genug, ſo daſs die Strahlen „zum Theil zuſammen fallen müſsten, und es ſey

*) Dieſes iſt die Erklärung des Herrn Prof. Kries, welche er der frühern des Herrn Directors Vieth entgegen ſetzte. (*Annalen*, XIX, 317.) Es ſey mir erlaubt, zu bemerken, daſs, wenn es Hrn. Kries gefallen hätte, auf die Beobachtungen Rückſicht zu nehmen, welche ich in den *Annalen* dem gründlichen und lichtvollen Aufſatze des Herrn Vieth beigefügt habe, (*daſ.*, 215, 372,) ſeine Unterſuchungen über den Einfluſs der Augenwimpern auf das Phänomen, ihn vielleicht zu andern Reſultaten und wahrſcheinlich zu dem Urſprunge der höchſt feinen divergirenden Strahlen über der Flamme, welche einem Federbuſche aus Licht gleichen, geführt haben dürften. Daſs Herr Vieth dieſe nicht wahrnimmt, ſcheint mir ein Zeichen, daſs es dabei auf die Stellung der Augenwimpern gegen einander ankömmt; und daraus möchte ich, wie aus den farbigen Franzen, die ſie unter Umſtänden zeigen, (*Ann.*, XIX, 373, Anm.,) ſchlieſsen, daſs Beugung des Lichtes zwiſchen den Augenwimpern an dem Urſprunge dieſer Strahlen mehr Antheil habe, als Reflexion. *d. H.*

„hier schwer zu entscheiden, auf welcher Seite „mehrere lägen." Zählen ist hier nicht nöthig; man kann die ganzen Lichtschweife ohne das, ganz wohl, und zu diesem Behufe genau genug schätzen und mit einander vergleichen.

Jeder Blick auf die Augen anderer und auf meine eigenen im Spiegel zeigt mir eine Verschiedenheit an den Wimpern, die nothwendig Einfluss auf die Erscheinung haben müsste, wenn diese von jenen hervor gebracht würde. Es sey mir erlaubt, meine eigenen Augen, die ich am öftersten und am genauesten beobachtet habe, hier zum Beispiel zu nehmen.

An dem obern Augenliede meines linken Auges stehen die einzelnen Härchen der Wimpern, nach dem innern Augenwinkel zu, über eine halbe Linie weit aus einander. In der Mitte des Augenliedes hingegen stehen sie dicht, fast sich berührend, an einander. Dort sind sie fein, kurz, schnell gekrümmt; hier, stark, lang, schwach gekrümmt: — wie wäre es möglich, dass Reflexion von jenen und von diesen im Ganzen einerlei Erscheinung geben sollte?

Herr Prof. Kries sagt: die obern und untern Strahlen wären nicht vollkommen einerlei. — Ich finde aber doch die obern wenigstens nicht schwächer und kürzer als die untern, obgleich jene von dem untern Augenliede herrühren, welches bei weitem schwächere, kürzere und sparsamere Wimpern hat.

Uebrigens ist in der eben angezogenen Beobachtung nur von den Strahlen eines und eben desselben Augenliedes die Rede. — Noch mehr! Am innern Winkel meines rechten Auges ist am obern Augenliede eine Stelle, wo auf eine Weite von mehr als einer ganzen Linie, kein Härchen zu entdecken ist. Dessen ungeachtet finde ich, wenn ich durch schiefes Hinblinzen aus dem innern Augenwinkel die Pupille hinter diese Stelle bringe, die Strahlen wie gewöhnlich.

2.

Was den Versuch mit *gedeckten Augenliedern* betrifft, so bedaure ich, ihn nicht persönlich mit Herrn Prof. Kries und seinen achtungswürdigen Freunden wiederhohlen zu können, um zu sehen, woran es lag, daſs es ihnen nicht gelingen wollte. Ich habe ihn bei dieser neuen Veranlassung vielleicht zum zwanzigsten Mahle wiederhohlt, und mich ganz vorzüglich vor dem Spiegel davon versichert, daſs die Wimpern durchaus bis über die Wurzeln gedeckt waren, aber immer erscheinen mir die Strahlen, wie bei ungedeckten Wimpern. Vielleicht haben Herrn Prof. Kries und seine Freunde das Augenlied, nachdem die Wimpern gedeckt waren, nicht in die gehörige Lage gebracht, die es beim Blinzen haben muſs, nämlich so, daſs es vor die Pupille kömmt. Hierin kann man es leicht versehen, weil das Augenlied sich durch die ungewohnte Deckung der Wimper etwas genirt fühlt. Daſs

dieſer Verſuch am beſten mit dem untern Augenliede gelinge, iſt leicht zu erachten.

Man kann auch die untere Wimper, ohne ſie zu bedecken, dadurch aus dem Spiele bringen, daſs man das Augenlied herunter zieht, ſo daſs ſich die Wimpern niederwärts kehren, und ſodann die von Wimpern entblöſste innere Seite des Augenliedes vor die Pupille hinauf ſchiebt. Die Strahlen erſcheinen auch dann.

3.

Ein Hauptumſtand des Phänomens, nämlich daſs die obern Strahlen von dem untern Augenliede, die untern Strahlen aber von dem obern Augenliede herkommen, ſcheint mir mit Herrn Prof. Kries Erklärung unvereinbar zu ſeyn. Es wird wohl keiner Figur bedürfen, um ſich die Lage der Wimpern zum Beiſpiele am untern Augenliede, und die Lage des von einer Lichtflamme her einfallenden, und von den Wimpern zurück geworfenen Strahls vorzuſtellen.

So viel ich nun ſehe, müſsten die zurück geworfenen Strahlen von den untern Wimpern *hinaufwärts* in das Auge gehen, das heiſst, nach der Gegend der Netzhaut, wo ſich der untere Theil der Flamme abbildet, und umgekehrt von den obern Wimpern nach unten, das heiſst, nach der Gegend der Netzhaut, wo die Spitze des Flammenbildes liegt. Mit andern Worten: die untern Augenlieder müſsten die untern Strahlen, die obern Augen-

lieder die obern Strahlen geben, — das Gegentheil von dem, was die Erfahrung lehrt.

4.

Ein anderer Umstand, der sich eben so wenig mit Herrn Prof. Kries Erklärung zu vertragen scheint, ist der, daſs man die Wimpern bewegen kann, ohne daſs dadurch eine Verrückung der Strahlen erfolgt. Dies läſst sich am besten an den obern Augenwimpern, als den längern, versuchen. Man braucht nur durch Blinzen den untern Lichtschweif hervor zu bringen, und dann eine dünne Federspule oder dergleichen durch die obern Wimpern hin und her zu ziehen. Die Strahlen bleiben unverändert.

Wenn man die obern Wimpern mit einer Feder oder dergleichen *in die Höhe* drückt, so verschwinden freilich die Strahlen; aber nicht, wegen Entfernung der Wimpern, sondern weil das Augenlied selbst dadurch verrückt und dessen Rand verdeckt wird. Verhütet man dieses, so bleiben auch die Strahlen.

5.

Daſs bei den Strahlen keine Farben merkbar sind, rührt, wie ich glaube, von der Schwäche des Scheins her. Daſs die Strahlen nur auf dunkelm Grunde deutlich erscheinen, beweiset schon ihre Schwäche; so auch der Versuch mit der Camera obscura. Auch bei andern Lichtscheinen, die unläugbar von Brechung herrühren, zum Beispiel,

wenn Thränen oder Waſſer zwiſchen den Augenliedern iſt, werden eben ſo wenig Farben geſehen.

Daſs übrigens Brechung vor der Hornhaut unſtreitig ſeyn müſſe, ſieht man, wenn man das Auge eines Andern, der gegen eine Lichtflamme blinzet, oder auch das eigene vor dem Spiegel genau betrachtet. Man wird nämlich, am beſten am untern Augenliede, in der feinen Rinne, die deſſen innerer Rand in Berührung mit der Hornhaut bildet, einen Lichtpunkt gewahr, der von einer daſelbſt befindlichen Feuchtigkeit zeigt, von welcher Licht zurück geworfen, aber natürlich, da ſie durchſichtig iſt, auch ins Auge hinein gebrochen wird.

6.

Was die ſcheinbare Länge der Strahlen betrifft, ſo iſt dabei viel Täuſchung. Man ſchätzt ſie nach der Entfernung des Auges von der Lichtflamme. Ueber ihre wirkliche Länge auf der Netzhaut habe ich durch folgende Verſuche etwas Näheres zu beſtimmen geſucht.

Man gebe dem Strahle, zum Beiſpiel dem obern, der vom untern Augenliede herkommt, durch Blinzen ſeine gröſste Länge, in einer beliebigen Entfernung von der Lichtflamme, ſodann nähere man ſich der letztern, bis der Strahl in ſeiner gröſsten Länge dem Augenmaaſse nach mit der Flamme gleich lang iſt. Bei meinem Verſuche, wo die Länge der Flamme 1 Zoll war, traf dieſe Gleichheit immer dann ein, wenn das Auge nur noch ſechs

bis acht Zoll von der Flamme entfernt war. Hieraus findet sich die Länge des Strahls auf der Netzhaut, von der Spitze des Flammenbildes an gerechnet, etwa 2 Linien. Dafs ich dies für weiter nichts als eine nur beiläufige Bestimmung ausgebe, brauche ich kaum zu sagen.

7.

Die Bemerkung des Herrn Prof. Kries, dafs durch Brechung ein zusammen hängender Schein, ein verlängertes Flammenbild entstehen müsse, da man doch getrennte Strahlen sehe, ist sehr gegründet, aber sie ist *für* meine Meinung, und nicht dagegen.

Ich behaupte nämlich auch, dafs wirklich jeder Strahl ein zusammen hängendes verlängertes Flammenbild sey, wenn man es so nennen will. In einer Entfernung von einigen Fufsen sieht man beim Blinzen nicht eine einfache Flamme, sondern mehrere in einander geschobene Flammen, von deren jeder Strahlen ausgehen.

Dafs aber auch von jeder dieser einfachen Flammen nicht blofs ein einziger Strahl entsteht, erklärt sich aus folgendem Umstande. Man halte einen kleinen Spiegel nahe vor das Gesicht, doch so, dafs der Rand des untern Augenliedes von der nahen Lichtflamme beschienen wird. Wenn man nun die Feuchtigkeit zwischen dem innern Rande des Augenliedes und der Hornhaut aufmerksam betrachtet, indem man dem Kopfe eine sanfte Wendung

zur Seite giebt, so bemerkt man, nicht einen einzigen stetig fortrückenden Lichtpunkt, sondern er erscheint abgesetzt, so dass kleine Stellen sind, wo er verschwindet und weiter hin wieder erscheint, gerade so wie beim Blinzen, wenn man den Kopf seitwärts dreht, ruckweise andere und andere Strahlen erscheinen.

Dies rührt von den kleinen Wärzchen der Haut und der Klebrigkeit der Feuchtigkeit her. Es bildet sich nicht eine stetig zusammen hängende Fläche; sondern es entstehen mehrere, durch kleine Zwischenräume von einander getrennte, kleine Sammlungen der Feuchtigkeit, deren jede, so weit sie vor der Pupille liegen, an dem Phänomene Theil hat.

Dass die Strahlen nichts anderes als Verlängerung des Bildes der Lichtflamme, oder allgemein der leuchtenden Fläche auf der Netzhaut sind, zeigt sich am deutlichsten, wenn man gegen eine *breite* leuchtende Fläche blinzet, zum Beispiel aus dem Hintergrunde des Zimmers gegen ein Fenster, wo das Tageslicht herein fällt. Man sieht hier den Schein als eine schwache Fortsetzung des Fensters selbst mit den senkrechten Sprossen ganz deutlich. Aus Zurückwerfung von Wimpern wüsste ich doch dies in der That nicht zu erklären. So auch bei einem stark erleuchteten Blatte weissen Papiers, u. dgl. Auch bei der Flamme sieht man in einer Nähe von etwa sechs bis zwölf Zoll keine abgesonderten Strahlen, sondern einen zusammen hängenden breiten Schein, der nur desshalb in grösserer

Entfernung zum Strahle wird, weil ſeine Breite ſich mit der Breite des Flammenbildes auf der Netzhaut vermindert, ſeine Länge aber ungefähr dieſelbe bleibt.

8.

Auch die Bemerkung des Herrn Prof. Kries, daſs die Divergenz der Strahlen ſich ändern müſſe, wenn man, zum Beiſpiel bei den obern Strahlen, das untere Augenlied aufwärts ſchiebt, iſt vollkommen richtig, aber ſie iſt ebenfalls *für* meine Erklärung, nicht dagegen, weil — *es ſich auch wirklich ſo verhält.* Folgender Verſuch zeigt dies augenſcheinlich:

Anſtatt zu blinzen, bringe man den obern Strahl durch Zurückbeugung des Kopfes hervor, wodurch ebenfalls das untere Segment der Pupille hinter den Rand des untern Augenliedes kömmt, — (die weſentliche Bedingung, unter welcher nur die Strahlen erſcheinen.) Hierbei iſt nun das untere Augenlied noch nicht zuſammen gezogen, und man wird auch den Lichtſchweif in dieſer Lage ſehr divergent finden. Sodann aber ſchiebe man das untere Augenlied mit dem Finger etwas in die Höhe, wobei man den Kopf allmählig weiter vorwärts bringt, ſo werden die Strahlen ihre Richtung gegen einander ändern, weniger divergiren und parallel werden.

9.

Ich habe in den *Annalen der Phyſik* den Verſuch mit der *Camera obſcura* beſchrieben, wo ich dem Glaſe eine Bedeckung wie ein unteres Augen-

lied gab und zwifchen deren Rand und das Glas Waffer brachte, welches durch Adhäfion eine conca-ve Fläche bildete, da dann die Strahlen auf dem Boden der Camera obfcura fich deutlich zeigten.

Ich glaube auf diefen Verfuch noch jetzt als auf eine Beftätigung meiner Meinung hinweifen zu dürfen.

Uebrigens bin ich weit entfernt, letztere jemanden aufzudringen; auch weifs ich fehr wohl, dafs man fich nur gar zu leicht bei folchen Erklärungen irren kann, wenn man auch für den Augenblick völlig aufs reine gekommen zu feyn glaubt. Ich nehme daher jeden Beweis des Gegentheils gern und prüfend an. Es wäre auch in der That fehr thöricht, wenn uns ächtes Gold für unächtes, Wahrheit für Irrthum geboten wird, jenes zu verfchmähen.

Doch! faft zu viel Worte über eine Sache, die, wie ich fchon ehemahls äufserte, doch immer nur zu den phyfikalifchen Bagatellen gehört.

Deffau den 10ten Febr. 1806.

G. U. A. Vieth.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, ZWEITES STÜCK.

I.

Eine wichtige Verbesserung beim Sprengen mit Pulver,

von

WILL. JESSOP, Esq. *)

— — Nach dem gewöhnlichen Verfahren, Steine, Felsen und andere feste Körper durch Pulver zu sprengen, wird in das Bohrloch, nachdem man es bis zur rechten Höhe mit Pulver gefüllt hat, ein Draht oder dünner Stab aus Eisen gesetzt, um vermittelst desselben eine Verbindung des Pulvers mit dem Zünder offen zu erhalten; man stampft dann den übrigen Raum mit Steinmehl, (zu Pulver gestoßenen Steinen,) fest aus, und schlägt den Draht heraus, um das Zündpulver aufzuschütten: eine langwierige Arbeit, die nicht ohne Gefahr ist, und bei

*) Aus einem Briefe an Nicholson, geschrieben *London Coffee House*, Nov. 8, 1804, und abgedruckt in dessen *Journal*, Vol. 9, p. 232. *Gilb.*

der überdies nicht selten Arbeit und Pulver verloren geht, wenn beim Herausschlagen der Räumnadel mit dem Hammer die Zündröhre sich verstopft.

Man hatte mir gesagt, dass, wenn man, statt dieses lästige Verfahren zu befolgen, einen Strohhalm mit feinem Pulver gefüllt, auf die Pulverladung im Bohrloche setze, und das Loch mit losem Sande voll schütte, der Schuss eben so gut und kräftig sey.

Es wurde mir schwer, dieses zu glauben, weil der Schuss da, wo er allzu geringen Widerstand findet, wie es scheint, entweichen, und den losen Sand, ohne zu wirken, hinaus blasen muss. Ich versuchte indess die Sache, als im vorigen August zu Fort-William einige sehr harte Felsstücke zu sprengen waren, und sie gelang wider alle meine Erwartung vollkommen. Seitdem habe ich sie noch ein Mahl bei den Bristoler Kalkfelsen versucht, und das mit eben so glücklichem Erfolge.

Ich wollte vor einigen Tagen erproben, wie wenig Sand zu dieser Wirkung hinreichen möchte. Zu dem Ende liess ich in ein knotiges, 20 Zoll dickes Stück Eichenholz ein $1\frac{1}{2}$ Zoll weites und 12 Z. tiefes Loch bohren, füllte es 3 Z. hoch mit Pulver, und schüttete 4 Zoll Sand darüber, in der Hoffnung, dieser würde heraus geblasen werden, und ich würde dann allmählig den Sand von Zoll zu Zoll vermehren können. Aber zu meinem grossen Erstaunen zersprang das Holz mit vieler Gewalt in

6 Stücke. — Ich wiederhohlte darauf den Versuch mit einem ähnlichen Kloben Eichenholz, lud jetzt aber nur 2 Zoll Pulver hinein und 3 Zoll Sand darüber. Er zersprang in zwei Stücke, und die eine Hälfte wurde durch die Luft 40 Yards, (120 Fuss,) weit geschleudert.

Dieses zu erklären, möchte die Physiker in nicht geringe Verlegenheit setzen. Ich denke mir, dass die Sandtheilchen, welche das Pulver berühren, zuerst in Bewegung kommen und, ehe die Bewegung den andern mitgetheilt ist, sich zwischen ihnen fest geklemmt haben.

Ich habe Ursache, zu glauben, dass man bei dieser Methode, zu sprengen, mit weit weniger Pulver dieselbe Wirkung als bisher mit ansehnlichern Ladungen erreichen werde. Denn da bei dieser Art, zu laden, das Pulver lose in dem Bohrloche liegt und sich selbst mehr Raum verschafft, indem es den Sand ein wenig vor sich her treibt, so kann sich die ganze Pulvermasse entzünden, besonders wenn man den Strohhalm einsetzt, nachdem die halbe Ladung eingeschüttet ist, und dann die andere Hälfte nachfüllt, so dass das Pulver in seiner Mitte Feuer fängt. *)

*) Dass eine Flinte springt, wenn in der Mündung derselben Schnee oder etwas Sand ist, (manche Jäger fürchten das sogar schon von Spinnweben,) scheint den ersten, und dass sie springt, wenn der Pfropf nicht dicht auf der Ladung aufsitzt, den zweiten dieser Erklärungsgründe zu bestätigen.

Daſs der Sand ein wenig ausweicht, ſchlieſse ich daraus, daſs, als ich in eine ¼ Zoll weite und 14 Zoll lange Röhre aus Zinn 3 Zoll Pulver geladen hatte, und ſie, während ſie in Waſſer ſtand, losbrannte, 5 Zoll von der Röhre plötzlich abgeriſſen wurden, indeſs das übrige unbeſchädigt blieb.

Aus Mangel an Zeit habe ich nicht verſuchen können, wie viel weniger Sand als 3 Zoll hoch beim Zerſprengen eines Klotzes ausreichen möchte.

Die Kugel drängt die hintern Theile jener lockern Körper ſo ſchnell gegen die vordern und gegen die Seiten des Laufs, daſs ihr der Ausgang verſperrt wird, und daſs nun die ganze Kraft der Exploſion auf den Lauf wirken kann. Aus den Verſuchen des Grafen von Rumford, (*Annal.*, IV, 388 f.,) iſt es bekannt, daſs im gewöhnlichen Schieſsgewehre ſich lange nicht alles Pulver entzündet, und wie auſserordentlich ſich die Kraft des Pulvers durch Mittel erhöhen läſst, die dahin gehn, dieſes zu bewirken. Ein ſolches Mittel iſt unſtreitig das lockere auf einander liegen der Pulvertheilchen. Vielleicht beruht auch bloſs hierauf der Grund der Verſtärkung des Schieſspulvers, durch Untermengung mit fremdartigen Körpern, z. B. mit Hirſe, nach der Behauptung einiger, oder, wie Dr. Baini, (nach engliſchen Blättern,) gefunden haben ſoll, durch Zuſatz von einem Fünftel des Gewichts an pulveriſirtem gebrannten Kalke, mit dem das Pulver ſo lange geſchüttelt werden ſoll, bis das Weiſs des Kalkes ganz verſchwunden iſt. Letzterer wirkt vielleicht auch trocknend. *Gilb.*

Sollte ſich von dieſer Methode nicht Gebrauch machen laſſen, um beim Räumen einer Feſtung die Kanonen zu zerſtören, ſtatt des unwirkſamen Vernagelns derſelben?

Beſtätigungen dieſer Verbeſſerungsmethode, mit Pulver zu ſprengen.

1. *Von* Thomas Harriſon *zu Kendal.* *)

— — Die Wirkung, welche nach Herrn Jeſſop's Ausſage der Sand beim Sprengen der Steine mit Pulver haben ſoll, hatte mich, ich geſtehe es, mehr in Erſtaunen geſetzt, als alles, was ich noch geleſen habe; und da ſich in den Kalk- und Schieferbrüchen in unſrer Nachbarſchaft ſehr ernſthafte und unglückliche Vorfälle beim Einſtampfen der Ladung mit Steinen ereignet haben, ſo nahm ich mir vor, bei erſter Gelegenheit den Verſuch zu wiederhohlen, und den Steinbrechern dieſe Methode zu lehren.

Ich befand mich bald darauf in der Nähe der Schieferbrüche bei Longſliddale, ungefähr 2 geogr. Meilen von Kendal, und begab mich mit einem Säckchen feinen Sandes, (zerſtoſsener Quaderſteine, wie man ſie in dieſer Gegend zu Scheuer- und Streuſand gebraucht,) in einen der Steinbrüche. Hier wendete

*) Aus einem Briefe vom 8ten Julius 1805, in Nicholſon's *Journal*, Aug. 1805, p. 241.
Gilb.

ich mich an einen Arbeiter, der eben beſchäfftigt war, ein 24 Z. tiefes und 1 Z. weites Loch in den Schieferfelſen (*ſlate rock*) zu bohren. Er ſchätzte das Gewicht der Steinmaſſe, die er losſprengen wollte, auf 5 Tonnen, und hatte in ſenkrechter Richtung auf die Lager das Bohrloch eingetrieben, welches daher unter etwa 20° gegen den Horizont geneigt war. Er lächelte zu meinem Vorſchlage, und mochte meinen, ich hätte eine gar geringe Vorſtellung vom Sprengen, daſs ich mit wenig Sand zu bewirken dächte, wozu er des ſo mühſamen und gefährlichen Einſtampfens bedürfe; indeſs erbot er ſich, den Verſuch zu machen, um mir willfährig zu ſeyn, wofern ich nur beim Miſslingen das Pulver bezahlen wolle.

Er füllte nun ſein Bohrloch auf die gewohnte Weiſe, indem er das Pulver und dazwiſchen 2 oder 3 Stückchen Holz, ($\frac{1}{2}$ Zoll dick und 4 bis 5 Zoll lang,) hinein brachte, bis die Hälfte, (das iſt, 12 Zoll,) damit angefüllt war. Die Holzſtäbchen ſollten dazu dienen, das Pulver locker zu erhalten, damit es zu gleicher Zeit Feuer finge. Darauf ſteckte er das Zündſtroh hinein, in deſſen oberes Ende die Lunte eingeſteckt war, und zuletzt füllte er das Loch voll Sand, mit ſichtbarer Schadenfreude über das Fehlſchlagen meiner Erwartung. Die Lunte wurde angeſteckt und wir zogen uns zurück; bald darauf ging der Schuſs los, und ſogleich rief der Arbeiter, das Felsſtück ſey ſo vollkommen abge-

ſprengt, als es nur immer hätte geſchehen können, wäre die Ladung eingeſtampft worden. Er urtheilte dieſes aus der Art des Knalls, und in der That fand ſich die Sache ſo.

Man hat ſeitdem in dieſem und in den meiſten der benachbarten Steinbrüche dieſe Methode allgemein angenommen, welche ganz die Dienſte der vorigen gefährlichen und mühſamen Art, zu ſchieſsen, leiſtet, und füllt die Bohrlöcher mit Sand, den Flüſſe bei Ueberſchwemmungen abgeſetzt haben. Nur ein einziger Fall kam vor, wo der Sand heraus geblaſen wurde; und das zwei Mahl hinter einander. Das dritte Mahl ſtampfte man die Ladung nach der gewohnten Art mit Steinen ein; aber auch dieſe wurden heraus geworfen, ſo daſs das neue Verfahren hierdurch glücklicher Weiſe nicht in böſe Nachrede kam.

Ich habe mich in ein ſolches Detail, zur Beſtätigung des ſchätzbaren Aufſatzes des Herrn Jeſſop eingelaſſen, weil ich hoffte, dadurch mehrere, die in der Nähe von Bergwerken und Steinbrüchen wohnen, zu veranlaſſen, auch ihrerſeits zu verſuchen, dieſe ſichere und leichte Methode, ſtatt des langwierigen und gefährlichen Einſtampfens der Ladung, wobei mancher ein Bein, ein Auge, ja ſelbſt das Leben verloren hat, in Gebrauch zu bringen. Beim Anwenden von Sand iſt keine Gefahr zu befürchten, und das Leben manches thätigen Arbeiters kann dadurch erhalten werden.

2. *Nach Verſuchen, angeſtellt in Northumberland.* *)

In der Verſammlung der naturforſchenden Geſellſchaft zu Newcaſtle im April 1805 berichtete Herr Fogget aus Sheriff Hill, er habe die von Herrn Jeſſop beſchriebene neue Methode, mit Hülfe von Sand mit Schieſspulver zu ſprengen, verſucht, und ſie habe gegen ſeine Erwartung alles geleiſtet, was von der alten Methode zu erwarten war, und das mit einer beträchtlichen Erſparniſs an Pulver, mit einem Drittel Arbeit weniger, und mit gänzlicher Sicherheit vor Gefahr.

In der Verſammlung im Mai zeigte Herr Fogget den Aufriſs zweier Bohrlöcher, eines ſenkrechten und eines horizontalen oder aufwärts gehenden, vor, wie ſie zum Sprengen nach der neuen Methode geladen ſind. In jenem ſteht auf der Pulverladung der mit Pulver gefüllte Strohhalm, und der übrige Theil des Bohrlochs iſt mit trockenem Sande ausgefüllt. Für dieſe ſind Pulver und Sand in einer Patrone vereinigt, welche vermittelſt eines Pfriems mit ſtumpfer Spitze, der neben dem Strohhalme eingeſteckt iſt, in das Bohrloch bis an den Boden deſſelben hintergeſchoben wird.

In der Verſammlung im Junius erzählte Herr Thornhill einen Vorfall, der ſich in dem Stein-

*) Aus dem zwölften Jahrsberichte der litterärifchen und naturforſchenden Geſellſchaft zu Newcaſtle upon Tyne, S. 5; bei Nicholſon, Vol. 12, p. 60. *Gilb.*

kohlenbergwerke zu Gatefhead Park ereignet hatte. Das Pulver hatte fich bei dem Einftampfen des Schuffes mit kleinen Steinen nach der gewöhnlichen Art entzündet, und einen Bergmann getödtet, einen andern fchwer verwundet. Desgleichen erwähnte Hr. Horn eines Vorfalles, wo vor kurzem zu Alfton Moor einem Manne durch eine ähnliche Explofion die Hirnfchale zerfchlagen worden war.

Zerfprengung zweier Flintenläufe durch eine Ladung, auf die Sand gefchüttet war, durch
Will. Nicholfon. *)

Ein Stück eines Flintenlaufs, deffen Bohrung 0,65 Zoll im Lichten hatte, wurde an dem einen Ende mit einem Kork verfchloffen. Man füllte nun erft 12 Zoll hoch feinen Sand, dann 2 Zoll Schiefspulver hinein, fetzte darauf eine dünne Glasröhre, (fie mochte $\frac{1}{20}$ Zoll weit feyn,) die mit Schiefspulver gefüllt und fo lang war, das fie zum Laufe heraus ragte, und fchüttete den übrigen Theil des Flintenlaufs, der noch 13 Zoll betrug, voll Sand, welcher lofe hinein lief. Man ftellte nun den Lauf in eine Ecke eines Rauchfanges, (*furnace-chimney,*) fteckte eine Lunte in die Glasröhre, und fetzte fie in Brand, worauf die Umftehenden fich aus den Richtungen der Explofion entfernten.

*) Deffen *Journal of nat. philof.*, Vol. 12, p. 40.
Gilb.

Der Schuſs zerriſs den Lauf in der Gegend der Ladung in mehrere gewundene Stücke. Der obere Theil des Laufs fiel unverändert nieder und der Sand lief aus. Der untere Theil fiel ebenfalls um, hatte aber keinen Schaden gelitten; auch waren Sand und Kork unverändert.

Da das Eiſen dieſes Laufs nur $\frac{1}{16}$ Zoll dick war, ſo intereſſirte es mich, den Verſuch mit einem ſtärkern Laufe zu wiederhohlen. Ich nahm daher einen Flintenlauf, der $2\frac{1}{2}$ Fuſs lang, $\frac{1}{2}$ Zoll weit und deſſen Metall an der Oeffnung einen vollen Viertelzoll dick war, und lud ihn mit 278 Grains, das iſt, mit etwas über $\frac{1}{2}$ Unze Schieſspulver, welches darin eine Höhe von 4 Zoll einnahm. Darauf wurde 12 Zoll hoch feiner Sand geſchüttet, der 1151 Grains, oder ungefähr $2\frac{3}{8}$ Unzen Troygewicht wog, und ein leichter Pfropf von Seidenpapier darüber geſchoben, damit man den Lauf möchte horizontal hinlegen können, ohne die Ladung aus ihrer Lage zu bringen. Nachdem dieſes ſo geſchehen war, daſs der Lauf beim Springen keinen Schaden thun konnte, wurde die Ladung durch ein Lauffeuer entzündet.

Der Lauf wurde in einer Länge von 8 Zoll aus einander geriſſen; der Theil zunächſt beim Zündloche war beinahe in eine Ebene geſtreckt. Der Sand befand ſich noch vollſtändig im Laufe. Die Seite deſſelben nach dem Pulver hin war ein feſter Körper geworden, doch nur in einer ſehr unbedeutenden Tiefe, und die ganze Maſſe mochte

fortgeschoben oder fester in einander geprefst worden seyn, denn der Zwischenraum zwischen der Stelle, wo das Zündloch gewesen war, und der untern Fläche des Sandes, betrug jetzt volle 9 Zoll. Da ich indefs den Sand nicht sogleich wieder wog, so bin ich freilich nicht sicher, dafs nicht während des Schusses Sand heraus getrieben worden, oder nach dem Schusse heraus gefallen sey. Ich bin indefs geneigt, dieses nicht zu glauben.

Es verdient bemerkt zu werden, dafs das Pulver eine sehr starke Ladung war, und dafs der Sand so viel wog als 6 Flintenkugeln von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Doch würde ich nicht in Furcht gewesen seyn, dafs der Lauf zerspränge, wenn ich 6 Kugeln hinein geladen hätte.

Von dieser Methode, das Schiefspulver durch Sand zu sperren, läfst sich, wie man hieraus sieht, nicht blofs um Felsen, Steine, oder Holzknobben zu sprengen, sondern auch zum Vernichten der Artillerie, wenn sie im Begriff ist, dem Feinde in die Hände zu fallen, ein vortheilhafter Gebrauch machen.

II.

BESCHREIBUNG
eines vereinigten Sicherungs- und Vacuums-Ventils für Dampfkessel,

von

A. N. v. Edelcranz,
Oberintendanten u. Mitgl. d. Akad. d. Wiss. zu Stockholm. *)

Die grofsen kupfernen Dampfkessel, in welchen kochende Flüssigkeiten ringsum eingeschlossen sind, pflegen mit zwei Ventilen versehn zu werden: einem *Sicherungsventile, (safety valve,)* welches das Zersprengen durch Dämpfe, wenn die Kraft derselben zu grofs wird, abwenden soll; und einem *zweiten Ventile, (vacuum valve,)* welches verhindert, dafs, wenn die Dämpfe sich plötzlich condensiren, der Kessel nicht durch den Druck der Luft von aufsen eingedrückt werde und Risse bekomme. Gewöhnlich werden beide Ventile in zwei verschiedenen Höhlungen am Kessel angebracht. Da es indefs einfacher und deshalb vorzüglicher zu seyn scheint, beide mit einander zu vereinigen, so bin ich so frei, der *Gesellschaft zur Aufmunterung der*

*) Aus den *Memoirs of the Society of Arts* for 1804. Dem Verfasser ist für diese Erfindung von der Gesellschaft die silberne Medaille zuerkannt worden. *Gilb.*

Künſte folgende Vorrichtung, die dieſes leiſtet, mitzutheilen.

In Fig. 1, Taf. III, ſtellt *ab* ein gewöhnliches koniſches Sicherungsventil vor, welches auf dem Keſſel *cd* befeſtigt iſt. Der Kegel hat vier Oeffnungen *i*, *i*, *i*, *i*, wie ſie der Grundriſs in Fig. 2 zeigt. Die Metallſtange *ef* trägt das Gewicht *KK*, womit das Sicherungsventil belaſtet und angedrückt iſt. Sie geht noch in den Keſſel herab bis *f* und iſt hier mit dem Vacuums-Ventil *gh* verſehn. Dieſes beſteht aus einer ebenen kreisrunden Platte, mit einer meſſingenen Röhre, die auf der Stange herauf und herab zu ſchieben iſt, und durch eine Springfeder gegen den Konus *ab* des Sicherungsventils gedrückt wird. Die obere Seite der Platte iſt an der untern des Conus genau abgeſchliffen, und verſchlieſst in dieſer Lage die Oeffnungen *ii* dampfdicht.

Es fällt in die Augen, daſs bei dieſer Einrichtung, ſo lange die Elaſticität der Dämpfe wirkſam iſt, beide Ventile an einander gepreſst, und die Oeffnungen *ii* verſchloſſen werden. Sie ſind dann in der That nur ein Ganzes, und ſetzen der Elaſticität des Dampfes einen gemeinſchaftlichen Widerſtand entgegen, welcher durch das Gewicht *KK* auf die gewöhnliche Art regulirt wird. Will dagegen im Keſſel bei der Condenſirung des Dampfs ein luftleerer Raum entſtehen, ſo drückt die äuſsere Luft durch die Oeffnungen *i*, *i*, *i*, *i* das Vacuums-Ventil *gh* herunter, und öffnet ſich ſo den Eingang in den Keſſel.

Das Ventil *gh* läſst ſich ohne Schwierigkeit ebenfalls koniſch machen, wenn man dieſe Geſtalt vorzieht. Ich habe indeſs in mehrern Verſuchen gefunden, daſs zwei Ebenen, die gut abgedreht und an einander abgeſchliffen ſind, ſo vollkommen ſchlieſsen, als es ſich nur wünſchen läſst, wenn ſie durch die vereinte Elaſticität der Springfeder und der Dämpfe an einander gedrückt werden.

In Fig. 3 iſt dieſelbe Einrichtung abgebildet, wie ſie an einer neuen Art von Sicherungsventil oder Sicherungskolben *(ſafety piſton)* angebracht iſt, den ich urſprünglich für meinen neuen papinianiſchen Digeſtor erdacht hatte, den ich aber auch nach einem gröſsern Maaſsſtabe bei Dampfkeſſeln angewendet habe. *)

*) Aus der Zeichnung erhellt die Vorrichtung ziemlich deutlich. Der Kolben, welcher hier die Stelle des meſſingenen Kegels im Kegelventile vertritt, beſteht aus Metall, und muſs genau in dem auf dem Keſſel aufgeſetzten Cylinder eingeſchliffen ſeyn, ſo daſs er überall dampfdicht ſchlieſst. Er wird mit ſo viel Gewicht belaſtet, daſs er von ſelbſt herab ſinkt, wenn man ihn herauf gezogen hat, und durch dieſes Gewicht läſst ſich die Kraft des Dampfs, mit der die Dampfmaſchine arbeiten ſoll, reguliren. In dem Cylinder iſt an der Seite eine Reihe von Löchern vom Durchmeſſer eines Haares eingebohrt, die in ſenkrechter Linie über einander ſtehn. Wird die Elaſticität des Dampfes gröſser, als ſie ſollte, ſo treiben die Dämpfe den Kolben in die Höhe, und heben ihn bis über eins oder mehrere dieſer Löcher

Ich habe vor kurzem eine Reihe von Versuchen angefangen, und bin Willens, sie fortzusetzen, bei denen es meine Absicht ist, vermittelst dieses Sicherungskolbens die Menge der Luft, welche zu der Feuerstätte unter dem Kessel einer Dampfma-

herauf, aus welchen der Dampf ausströmt, und erhalten ihn dort fest, oder auf und nieder schwankend, bis die Elasticität der Dämpfe zur bestimmten Gröfse zurück kehrt. Das oberste Loch ist grösser und läfst dem Dampfe einen freien Ausgang, wenn der Kolben bis dahin gehoben wird, wodurch jedem Unfalle vorgebeugt wird. Der Herr Verfasser gab anfangs die Vorschrift, Kolben und Cylinder aus Metall von ganz gleicher Art und Guss zu machen, weil, da er einst beide aus demselben Messing, das aber an verschiedenen Tagen gegossen war, verfertigen liefs, beide Stücke sich in der Wärme so ungleich ausdehnten, dafs, während der Kolben über einem papinianischen Digestor sich bei 212° F. frei bewegte, er bei 260° F. fest stand und kaum mit Gewalt bewegt werden konnte. Jetzt bemerkt er indefs, dafs zwar ein gut abgedrehter und eingeschliffener metallener Kolben, wenn er genau aus Metall derselben Art als der Cylinder bereitet ist, höchst wahrscheinlich mit diesem einerlei Expansibilität habe, besonders wenn er hohl sey, und dafs daher bei gleichmäfsiger Temperaturerhöhung beider die Friction nicht zunehmen möchte. Da aber gewöhnlich der Cylinder weniger Hitze erhalte als der Stempel, so könne dadurch doch die Friction vermehrt werden. Um dieses zu vermeiden, macht Herr von Edelcranz jetzt den Kolben aus einem Metal-

fchine zuftrömt, zu reguliren, und auf diefe Art zu einer neuen Methode zu kommen, das Feuer und die Elafticität der Dämpfe im Keffel, wenn fie zu grofs find, mit minderm Verlufte an Feuermaterial und an Kraft, als bisher, zu mäfsigen und zu reguliren. Ich werde die Ehre haben, der Societät die Refultate diefer meiner Nachforfchungen künftig mitzutheilen.

le, welches eine etwas geringere Ausdehnbarkeit durch Hitze als das Metall des Cylinders hat, nämlich den Kolben aus Kupfer, den Cylinder aus Meffing; zwei Metalle, deren Ausdehnbarkeit durch Wärme fich nahe wie 10 : 11 verhält. Und diefes mit gutem Erfolge. *Gilb.*

III.

BESCHREIBUNG

eines neuen Dampf-Digestors für physikalische Versuche,

von

A. N. VON EDELCRANZ,
Kanzleirath u. Privatfekret., (jetzt Oberintendanten,) des Königs in Stockholm. *)

Die interessanten Phänomene, zu welchen diese Maschine seit ihrer ersten Entdeckung durch Papin geführt hat, haben sie zu einer unentbehrlichen chemischen Geräthschaft gemacht; die Schwierigkeiten und Gefahren, womit bisher der Gebrauch derselben verknüpft war, verhinderten indess, dass sie so häufig angewandt worden sey, als sie verdient hätte. Man hat mehrere nicht unglückliche Versuche gemacht, den Digestor in die Oekonomie und in die Küche einzuführen; hierbei bedarf man aber keiner Hitze, die bedeutend über den Siedepunkt hinaus ginge; auch sind solche Digestoren zwar mit Sicherheit zu brauchen, lassen aber keine genauen Bestimmungen der Elasticität und der Hitze der Dämpfe in jedem Versuche zu, und mithin auch keine Vergleichung der Versuche unter sich. Die Herren Watt, Betancourt, Schmidt in Gie-

*) Nach Nicholson's *Journal of natur. philosoph.*, *March* 1804, p. 161. *d. H.*

ſsen, van Marum, und andere, haben die wiſſenſchaftliche Anwendung der Digeſtoren zwar in den neueſten Zeiten vervollkommnet und ausgedehnt, aber doch ſcheint noch Unvollkommenheit genug zurück zu ſeyn, welche weſentlicher Abhülfe bedarf. Ich habe ſeit 1793 mich mit der Verbeſſerung dieſer chemiſchen Geräthſchaft beſchäftigt; und ob ich mir gleich nicht ſchmeicheln darf, daſs meine Bemühungen einen ſehr ausgezeichneten Erfolg gehabt hätten, ſo dürfte eine Erzählung meiner Bemühungen doch nicht ohne Nutzen ſeyn.

Vor allen Dingen ſuchte ich eine vollkommene Schlieſsung für den Digeſtor zu erhalten, welche unentbehrlich iſt, will man gröſsere Hitze geben und nichts von dem verlieren, was ſich im Digeſtor befindet. Man hat ſie bisher durch einen metallenen Deckel, der durch Schrauben, Keile oder einen andern Mechanismus auf den Digeſtor angedrückt wurde, und durch Ringe von Leder, Papier oder ſonſt einer weichen Subſtanz, die man zwiſchen beide legte, zu bewirken geſucht. Auch ich habe gar vielerlei ſolche Methoden verſucht; aber immer fand ich, daſs bei mäſsigem Drucke der Deckel nicht dampfdicht ſchloſs, und daſs einen ſtärkern Druck anzubringen, viel zu mühſam ſey, für eine Reihe von wiederhohlten und abgeänderten Verſuchen. Ueberdies verbrennt oder zerſetzt ſich das Leder in Hitzen von 260 bis 270° F., wie Betançourt bemerkt, und Leinwand oder Papier hört noch in weit geringerer Hitze auf, dampfdicht

zu schlieſsen, so bald nämlich das Waſser, womit sie angefeuchtet sind, verdampft ist.

Ich wählte daher einen Deckel eigener Art, aus einer dicken runden Metallplatte bestehend, deſsen Rand konisch abgedreht, und in die entsprechende konische Oeffnung eines Metallringes eingeschmirgelt war. Man legte die Deckplatte in den Digestor, mit der kleinern Grundfläche nach oben gekehrt, und löthete dann den Metallring in die Oeffnung des Digestors ein. War alles zu einem Versuche mit dem Digestor fertig, so hob man nur den Deckel und paſste ihn in die konische Oeffnung des Ringes. In diese schloſs er vollkommen dampfdicht, und bei zunehmender Kraft der Dämpfe wurde er durch diese mit immer mehr Kraft angedrückt, indeſs die Dämpfe bei den frühern Einrichtungen das Gegentheil bewirkten. *)

So waren nun zwar zwei Hinderniſse weggeräumt: der beschwerliche Apparat zum Andrücken des Deckels und das Unzulängliche der zwischen gelegten weichen Körper; allein der Umstand, daſs

*) Einen solchen Digestor mit konischem Deckel und mit einem Sicherungskolben lieſs ich zuerst in Stockholm im Jahre 1793 ausführen, und zeigte ihn im Febr. 1802 den Mitgliedern der königl. Akademie der Wiſsenschaften in Berlin vor. Eine Beschreibung deſselben findet sich im *Journal de Physique par* Delamétherie, Februar 1803.

von Edelcranz.

der Deckel immer im Topfe blieb, war bei manchen Verſuchen hinderlich. Es gelang mir, dieſem dadurch abzuhelfen, daſs ich noch einen zweiten Ring aus Metall zu Hülfe nahm, deſſen äuſserer und deſſen innerer Rand auf der Drehbank eine koniſche Geſtalt erhalten hatte. In dieſen wurde der Deckel eingeſchmirgelt, indeſs der Ring ſelbſt in die koniſche Höhlung der feſt gelötheten Platte eingeſchliffen war. Taf. IV, Fig. 5, ſtellt dieſe Einrichtung vor. Der Deckel *cd* paſste in den Ring *ab*, und dieſer in den Ring *ef*, welcher in die Mündung des Digeſtors eingelöthet war. Wurden Ring und Deckel in den Digeſtor etwas herab gelaſſen und aus einander genommen, ſo lieſs ſich der Deckel durch die Oeffnung *ef* heraus nehmen; der Ring *ab* aber blieb im Digeſtor. Dieſes, und die gröſsere Schwierigkeit in der Ausführung eines zuſammen geſetztern Inſtruments nöthigten mich indeſs abermahls, auf eine beſſere Vorrichtung zu ſinnen.

Ich würde mich ſchämen müſſen, zu bekennen, daſs ich auf die einfachſte und vorzüglichſte unter allen Vorrichtungen nur erſt dann gekommen bin, als ich alle zuſammengeſetztern durchprobirt hatte, zeigten nicht ſo manche Beiſpiele achtungswerther Naturforſcher, daſs die leichteſte und einfachſte Methode häufig am ſchwierigſten aufzufinden iſt. Der Grund hiervon liegt am Tage. Das Einfachſte iſt gleich der Wahrheit nur Eins; der Umwege und Irrthümer giebt es unendlich viel.

Diefe Methode ift, dem Deckel die Geftalt eines länglichen Vierecks oder eines Ovals zu geben, und die obere Fläche der Meffingplatte, aus der er befteht, nach den Rändern zu gegen die untere Fläche eines Meffingrahmens abzufchleifen, welcher in die Oeffnung des Digeftors eingelöthet wird, und deffen Oeffnung der Figur des Deckels ähnlich, nur etwas kleiner ift. Durch diefe längliche Oeffnung läfst fich der Deckel nach Willkühr in den Digeftor bringen und wieder heraus nehmen. Hat man ihn hinein gebracht, und nach den Rändern zu mit etwas Oehl beftrichen, und drückt ihn nun gegen den Rahmen fanft an, fo ift die Cohäfion grofs genug, dafs er getragen wird, *) bis die Kraft der Dämpfe ihn andrückt. Zur gröfsern Sicherheit dient ein fchmales Holz, das fich auf den Deckel auffchrauben läfst, und ihn nicht nur an den Rahmen hält, fondern auch als Handhabe zu gebrauchen ift.

Man fieht in Fig. 1, Taf. IV, einen vertikalen Durchfchnitt des Digeftors mit allen feinen Theilen. *ab* ift der Deckel; *cd* der viereckige Rahmen aus Metall, der in den Digeftor *ef* eingelöthet, **) und gegen deffen untere Fläche der Deckel abge-

*) Die verfchiedene Kraft, womit diefelben Metalle cohäriren, je nachdem man ein verfchiedenes Oehl nimmt, ift auffallend, und verdiente genauer unterfucht zu werden. *E.*

**) Diefe Theile müffen nicht blofs zufammen gelöthet, fondern auch zufammen genietet, oder durch Schrauben an einander befeftigt werden. *E.*

schliffen ist; der Digestor selbst besteht aus getriebenem Kupfer, das durchgehends wenigstens $1\frac{1}{2}$ Linien stark seyn muss. — Fig. 2 zeigt einen auf dem vorigen senkrecht stehenden Vertikalschnitt des Digestors mit der hölzernen Handhabe. — Fig. 3 stellt den Deckel im Grundrisse vor; die punktirten Linien zeigen die Oeffnung des Rahmens, und also, wie weit der Deckel unter die Ränder des Rahmens reicht. — In Fig. 4 ist *hi* die hölzerne Handhabe, welche auf die Schraube *g* in Fig. 1 aufgeschraubt wird, um den Deckel am Rahmen zu erhalten.

Um den Experimentator gegen alle Gefahr sicher zu stellen, lasse ich die verschiedenen Theile der Maschine möglichst stark arbeiten, und versehe den Deckel *ab*, Fig. 1, mit einem Sicherungskolben *mn*, [wie er im vorigen Aufsatze beschrieben worden.] Unter der Oeffnung des Deckels, über welcher der Sicherungskolben steht, befindet sich eine hohle Kugel voll kleiner Löcher; sie wird bloss durch Cohärenz in dieser Lage erhalten, und lässt nur den Dampf hindurch, nichts von den festen oder andern Materien, die sich im Digestor befinden.

Der Digestor ist bekanntlich zu Versuchen mit Dämpfen und deren Einwirkung auf feste Körper bestimmt, muss also immer Flüssigkeiten enthalten. Soll er zu genauen und vergleichbaren physikalischen Versuchen dienen, so wird dreierlei erfordert: 1. dass man die Temperatur der Flüssigkeit, welche er umschliesst, nach einem Thermometer messen, 2. diese Temperatur nach Willkühr erhö-

hen, und 3. sie unverändert erhalten könne, alles unabhängig von der möglichen Vermehrung des Feuers während des Versuchs.

Das erste erreicht man vermittelst einer kleinen eisernen Schale *pq*, welche im Deckel eingelöthet ist und etwas Quecksilber enthält. Ein feines Thermometer, welches durch einen Korkstöpsel geht, hängt im Quecksilber. Der Stand desselben ist immer etwas niedriger, als die Hitze im Innern des Digestors, wie das schon vor geraumer Zeit der Academicus Braun in Petersburg bemerkt hat. Der Unterschied ist indess nur geringe, und hat man ihn einmahl durch besonders dazu angestellte Versuche gefunden, so lässt sich die Temperatur bei jedem Versuche leicht berichtigen, indem man diesen Unterschied hinzu addirt.

Ich führe meinem Digestor die Hitze durch eine Argand'sche Lampe zu, und diese, oder eine Weingeistlampe mit drei Dochten, reicht hin, die Temperatur desselben bis auf 270 bis 280° F. zu treiben, wenn der Digestor klein ist. Der meinige ist nach einer drei Mahl grössern Scale gearbeitet, als die Abbildung in Fig. 1. Ist er noch ein Mahl so gross, oder soll der Versuch schnell beendigt werden, so setze ich zwei Lampen darunter. Die Atmosphäre entzieht dem Digestor unaufhörlich Wärme, und nur der Ueberschuss der mitgetheilten über die sich verlierende Wärme erhöht die Temperatur des Dampfs, wodurch, bei einer gegebenen Kraft des Feuers und Grösse des Gefässes, eine Gränze

für die Hitze und für die Elasticität der Dämpfe entsteht. So wie der Sicherungskolben steigt und Dampf ausströmt, nimmt, auch bei Vermehrung der Lampen, die Hitze der Dämpfe nicht zu, sondern bleibt unverändert. Will man sie *erhöhen*, so muss man den Stiel des Sicherungskolbens mit mehr Gewichten, *r*, *r*, *r*, belasten. Da sich der Druck berechnen läst, den Dämpfe von einer bestimmten Wärme auf einen Kolben von der Grösse des Sicherungskolbens ausüben, so belastet man die Kolbenstange im voraus mit so viel Gewichten, als der Grad der Hitze erheischt, den man beabsichtigt. Ist dieser erreicht, und ist die Hitze noch im Steigen, so hebt sich der Kolben, die Dämpfe entweichen aus einem der Löcher oder aus mehrern, je nachdem sie in grösserer Menge entstehn, und deshalb ist nun keine Temperaturerhöhung möglich, sondern die Hitze bleibt *unverändert* dieselbe. Also geschieht auch dem zweiten und dritten Erforderniss Genüge.

Man sieht hieraus, wie wichtig es ist, dass das Instrument vollkommen dampfdicht schliesse. Können die Dämpfe irgendwo entweichen, so geht, oft schon vor dem Anfange des Versuchs, ein grosser Theil der Flüssigkeit aus dem Innern des Digestors verloren, so dass man ihn öffnen und ein zweites Mahl füllen muss; nicht selten zersetzen und verändern sich dabei die Materialien im Digestor, ehe die bezweckte Wirkung nur einmahl beginnt; endlich reicht dann ein starkes Küchenfeuer und die:

gröſste Geſchicklichkeit des Experimentators oft nicht aus, den verlangten Grad von Hitze zu erzeugen, indeſs eine einzige Lampe, die unter einem gut ſchlieſsenden Apparat auf einem kleinen Schreibtiſche ſteht, dieſe Hitze ohne Schwierigkeit und ohne Verluſt an Materialien hergiebt.

Bei dem jetzigen Zuſtande der Phyſik hängen die Fortſchritte in der Wiſſenſchaft gar ſehr von der Vollkommenheit unſrer Inſtrumente ab. Meine Verſuche, ein bisher wenig gebrauchtes, doch vortreffliches Inſtrument ſicherer, genauer und zweckmäſsiger zu machen, werden daher, ſollten ſie auch nicht das vorgeſteckte Ziel erreicht haben, wenigſtens andern zu glücklichern Verſuchen die Veranlaſſung geben.

Digeſtoren von der Art, wie ſie in dieſem Aufſatze beſchrieben ſind, werden zu London von Hrn. Fidler, mathematiſchem Inſtrumentenmacher, 23, *Oxford-market*, verfertigt.

IV.

Ein Paar Worte über die bisherige Theorie des Krummzapfens,

vom

Commissionsrath Busse
in Freiberg.

Zwei kleine Schriften: *Theorie des Krummzapfens*, von K. Ch. Langsdorf, Erlangen 1803, — und: *Versuch einer Theorie des Schwungrades und der Kurbel*, von H. Ch. Brodreich, Frankfurt am Main 1805, werden, ob sie gleich vielleicht noch nirgends recensirt sind, dennoch vom Publico beachtet seyn, da der erste Verfasser Langsdorf heisst und ist, der andere aber, (fürstlich solmsischer Regierungsrath,) ebenfalls die höhere Mathematik nicht gescheut hat, und dadurch ein gutes Vorurtheil für sich erregt, welches auch in mancher Hinsicht bei genauer Durchlesung des Ganzen sich bestätigt.

Aber bei Behandlung des Krummzapfens geht Herr Brodreich von der Behauptung aus, dass $v = C \cdot \frac{r \cdot \sin. \text{vers.} \alpha}{R \cdot \text{arc.} \alpha}$ die Geschwindigkeit der Last an der Warze sey, in dem Augenblicke, da diese um $= r \cdot \sin. \text{vers.} \alpha$ gehoben ist, und die Kraft am Rade einen Bogen $= R \cdot \text{arc.} \alpha$ durchlaufen hat. Die-

ser offenbar unrichtige Satz scheint dem Herrn Verf. ins Unschickliche nur dann zu fallen, wenn α stumpf, und namentlich, wenn es = 180 Grad wird; weſshalb er die Schuld der Unschicklichkeit in dem *verneinten Cosinus* zu entdecken, und das Uebel durch folgende Regel gehoben glaubt.

„ „*Wird die eine oder die andere Gröſse ver-*
„ „*neint gesetzt, so müſsen alle übrige zugleich*
„ „*verneint genommen werden.* Wird dieses nicht
„ „in Acht genommen, so ist es kein Wunder,
„ „wenn alles unter sich schlecht zusammmen
„ „hängt, u. s. w. Forschen wir der Ursache
„ „dieser wenigstens scheinbaren Abweichung des
„ „Calculs weiter nach, so erhellt, daſs sie von
„ „der Zweideutigkeit des Zeichens (−) herrührt;
„ „denn bald druckt dieses Zeichen nur eine entge-
„ „gen gesetzte Lage der Gröſse aus, bald bezeich-
„ „net es die, der durch (+) ausgedruckten,
„ „entgegen gesetzte Rechnungsart, u. s. w.“ “

Worte, die dem Herrn Staatsrath von Tetens, wie es der Verfasser auch angezeigt hat, also einem unsrer ehrwürdigsten Mathematiker, zugehören. Um so merkwürdiger sind sie mir als ein abermahliges Beispiel, in welche sonderbare Behauptungen auch die besten Mathematiker zu verfallen, durch die gewöhnliche mangelhafte, auch hier und da geradezu falsche, sich selbst widersprechende Theorie des Bejaheten und Verneinten veranlaſst werden! Daſs *solch ein Mathematiker solch*

eine Nothhülfe ergreift,*) iſt ein neuer Beweis, daſs ich in meinen *neuen Erörterungen über Plus und Minus* u. ſ. w. nicht zu hart geurtheilt habe!

Soll die *mittlere* Geſchwindigkeit in Rechnung kommen, fährt in §. 14 der Verfaſſer fort, ſo muſs ihr Werth durch die Integralrechnung gefunden werden, nämlich der Coefficient von $C \frac{r}{R}$ als $=$

$$\frac{\text{Summe aller Werthe von ſin. verſ. } \alpha : \text{arc. } \alpha}{\text{Anzahl aller Werthe von ſin. verſ. } \alpha : \text{arc. } \alpha}$$

Was nun durch dieſe Integrirung von dem Verfaſſer gefunden wird, wie ſoll man das nennen? Einige neuere Naturphiloſophen dürften Rath dazu wiſſen. Sie würden es etwa eine neue *Potenz* der mittlern Geſchwindigkeit, oder einen neuen *Pol* derſelben heiſsen. Eben ſo treffend wäre auch *polariſirte Potenz*, oder *potenziirter Polarſtern*. Es iſt gewiſs ſehr gleichgültig, welchen von ſolchen Ausdrücken man wählen will; denn alle ſolche Ausdrücke ſind bereits in dem Beſitze einer äuſserſt viel umfaſſenden Bedeutung, namentlich auch in dem Beſitze der Kraft, um ſo etwas zu faſſen, als es hier zu faſſen giebt, ein Etwas, daſs ſich ſelbſt widerſpricht. Mein Scherz ſoll und kann den Herrn Verf. nicht treffen, der, bei manchen ſchätzbaren Talen-

*) Wenn die Schwierigkeit der Aufgabe in **Kraft's** Mechanik, welche dieſe Nothhülfe veranlaſst hat, wirklich vom $\mp$ herrührt, ſo verſpreche ich, ſie gründlich zu heben, ſo bald ich ihr $\mp$ ernſtlich anſehe, welches nächſtens geſchehen ſoll. *P.*

ten, welche aus ſeiner Schrift dem Kenner eines leichten Ideenganges einleuchten werden, doch keinen Hang zu ſolcher neuen Naturphiloſophie geäuſsert hat. Im Ernſte alſo:

Das obige c iſt ſelbſt ſchon die mittlere Geſchwindigkeit der Laſt an der Warze. Alles, was über die ſeyn ſollende Unrichtigkeit in der bisher gewöhnlichen Beſtimmung derſelben hier geäuſsert, und ganz beſonders auch dasjenige, was Seite 79 mitgetheilt iſt, wird dem Verfaſſer ſelbſt durchaus miſsfallen müſſen, wenn er durch fortgeſetztes Studium der höhern Mathematik die dahin gehörigen Begriffe ſchärfer und richtiger gefaſst hat, und nicht mehr in Gefahr iſt, von einem *Differential des Schwerpunktes* zu reden, oder $\frac{\int x\,dx}{dx}$ und $\frac{\int x\,dx}{\int dx}$ in irgend einer Hinſicht für einerlei zu halten, und dergl. mehr. Dann aber, dieſes darf man von dem Verfaſſer erwarten, wird es ihm auch lieb ſeyn, daſs ich alle weitere Folgerungen ſeines jetzigen Verſuches auf jenen ihren Gründen beruhen laſſe. Auch iſt es ein Beweis, daſs man dem Schriftſteller eine gehörige Conſequenz im Denken zugeſtehen will, wenn man von ſeiner Theorie zu ſprechen aufhört, ſo bald man ihren Hauptſatz umgeſtoſsen hat.

Aus des Herrn Hofraths Langsdorf Theorie werden hier mehrere Sätze als unrichtig getadelt, die es nicht ſind; zugleich werden freilich auch einige unrichtige Behauptungen jenes berühm-

ten Mathematikers für solche erklärt, aber irgend eine völlig treffende Darstellung seiner Uebereilung wird man doch hier nicht vorfinden.

Langsdorf, — der verdienstvolle Mann vergönne mir, hier in aller Kürze meine Meinung zu äussern, — hat einen zu einseitigen Blick auf die Bewegung des Krummzapfens geworfen, und diesem Blicke gemäss einen Satz aufgestellt, den ich ohne Figur so ausdrucken kann:

Soll die Umlaufszeit beharrlich, (man kann hier auch geradezu sagen, constant,) seyn, so muss die Warze von dem Punkte an, wo sie zu heben anfängt, durch einen Bogen von 45 Grad *beschleunigt,* durch die nächstfolgenden 90 Grad *verzögert,* und durch die dann noch übrigen 45 Grad des *anhebenden* Halbkreises, (ich schränke mich mit ihm auf *diesen* ein,) *wiederum beschleunigt* werden.

Auf diesen Satz ist seine Theorie gegründet; und er ist unrichtig! Es lässt sich geradezu erweisen, dass unter Herrn Langsdorf's Voraussetzungen die Warze in dem Endpunkte ihres anzuhebenden Halbkreises eine *grössere* Geschwindigkeit haben würde, als sie im Anfangspunkte desselben hatte. Aber die folgende indirecte Widerlegung jenes Satzes wird dem grössten Theile des Publicums erwünschter seyn.

I. Nehme ich mit Herrn L. einen immerfort sich *parallelen* Zug der Last an der Warze, auch mit ihm eine *constante* Kraft am Rade an; so finde ich dynamisch, dass die beharrliche Umlaufszeit nur eintre-

ten kann, wenn 1. die Kraft am Rade gerade groſs genug iſt, um die Warze vom erſten Punkte ihrer Anhebung an, durch einen Winkel φ zu beſchleunigen, deſſen Sinus $= \frac{2}{\pi} = \frac{2}{3{,}14}$ iſt, welches ungefähr $\varphi = 39^\circ 32'$ giebt; aber 2. alle Mahl unter der Bedingung, daſs die Warze in jenem erſten Punkte ſchon eine Bogengeſchwindigkeit k habe, die *nicht kleiner* als $\surd\left[4gr \cdot \frac{L}{M\gamma} \cdot \left(\frac{2}{\pi}\,\text{arc.}\,\varphi - \text{ſin. verſ.}\,\varphi\right)\right]$ ſey, wo L die Laſt an der Warze und M die auf den Warzenkreis reducirte träge Maſſe bedeutet, deren mittleres ſpec. Gewicht ich durch γ bezeichne.

Sei ferner $= V$ das Druckmaaſs *) der Kraft am Rade, auf den Warzenkreis reducirt, und $= F$, was ſie auf den Widerſtand der Friction zu verwenden hat, daſs alſo V und F tangentiale Drückungen ſind; ſo ergiebt ſich mir, (nicht, wie Herr L. behauptet, daſs $V = F + 0{,}707\,L$ ſeyn müſſe, ſondern) daſs $V = F + \frac{2}{\pi}L = F + 0{,}637\,L$ ſeyn muſs, beim beharrlichen Umlaufe der Warze, während ſie durch den anhebenden Halbkreis ſteigt. Die am Anfange dieſes Halbkreiſes erforderliche Geſchwindigkeit k aber muſs, während dieſe Warze durch den andern, (den bei uns ſo genannten oder zu nennenden *niederſetzenden*,) Halbkreis geht, für ſie erzeugt werden. Iſt ſie kleiner, als ich vorhin beſtimmt habe, ſo wird die Warze rückgängig, ehe

*) Vergleiche meine *Betrachtungen der Waſſerſäulenmaſchine*, S. 56, §. 62. B.

sie bis auf ($180° — 39°32'$) angehoben hat, u. s. w. Es ist sehr angenehm, alles, was hier erfolgen müsste, durch die Methode des Grössten und Kleinsten sehr bestimmt und schicklich entschieden zu sehen, *falls man mit dem ∓ des Grössten und Kleinsten aufs Reine gekommen ist.* Wer das nicht ist, dürfte auch hier seiner Noth durch ein Palliativ, dem oben angeführten ähnlich, abzuhelfen suchen wollen. — — Ich sagte: erfolgen *müsste!* In der Wirklichkeit, falls man die Räder nimmt wie sie sind, würde die Warze selbst bei einem $k = o$ nicht alle Mahl rückgängig werden, oder auch, gegen den obigen Ausspruch des Grössten und Kleinsten, wiederum vorgängig werden. Dieses rührt aber lediglich daher, weil die Voraussetzung in I, dass der Tangentialdruck V constant sey, an den gewöhnlichen Rädern nicht Statt finden kann. Ein Rad, welches man dieser Forderung ziemlich gemäss zu bauen suchen wollte, würde nur den eingeschränkten Nutzen haben, dass man die hier unter I gefundene Theorie an ihm auch durch Erfahrung ziemlich genau könnte bestätigt sehen.

Ungleich schwieriger wird die Untersuchung, wenn ich

II. den von der Kraft am Rade herrührenden tangentialen Druck V so veränderlich annehme, als er bei den gewöhnlichen Rädern es wirklich ist. Indessen habe ich für dergleichen oberschlägige Räder so eben gefunden, dass

der

der Kraft mechanisches Moment $Vc = \left(F + \frac{2}{\pi} L\right).k$ für den anhebenden Halbkreis seyn muss, wenn die Warze das Ende dieses Halbkreises mit eben der Geschwindigkeit k verlassen soll, mit welcher sie in den Anfang desselben eintritt. Es kann aber dieses k hier weit geringer als unter I seyn, ohne dass die Warze rückgängig wird. Ja, da die oberschlägigen Räder, nach einer in mancher Hinsicht freilich etwas fehlerhaften Einrichtung, gewöhnlich so geschaufelt werden, dass sie um ein gar beträchtliches mehr Aufschlagewasser aufnehmen können, als in der regelmäfsig ihnen zugedachten Umlaufszeit $= \frac{2\pi r}{c}$ ihnen eigentlich zukommt; so wird k äusserst klein seyn können, und die Warze dennoch bis zu dem letzten Punkte ihres anhebenden Halbkreises getrieben werden.

Die Schlüsse, welche mich auf diese hier mitgetheilten Resultate und mehrere andere gebracht haben, scheinen, so eben wenigstens, mir sehr befriedigend und unterhaltend zu seyn. Gleichwohl würde ich, eben deſshalb, weil sie neu und eilig mir entstanden sind, noch davon schweigen, wenn ich nicht vorher sähe, dass wenigstens ein Jahr vergehen wird, ehe ich mit mehrerer Musse sie prüfen und weiter verfolgen kann. Ich wurde gegenwärtig von *Sr. Excellenz dem Herrn Minister, Grafen* von **Einsiedel**, dessen tiefe Einsichten so vieles zu umfassen wissen, um meine Meinung über die neuen Theorieen des Krummzapfens befragt; und es schien mir nützlich und rathsam, selbige hier

öffentlich mitzutheilen, denn es bringt die Mathematiker in gar zu übeln Ruf, wenn die Praktiker ſolche Theorieen ankaufen, und ſich dadurch fehl geführt ſehen.

Eben deſshalb muſs ich auch anführen, daſs des Herrn R. R. Brodreich Theorie des Schwungrades ebenfalls mich durchaus nicht befriedigt hat. Auch in ihr kommt gar zu vieles vor, was jedem, der an etwas ſcharfe und treffende Anwendung der höhern Mathematik gewöhnt iſt, anſtöſsig ſeyn muſs.

Um der Ueberſchrift dieſes Aufſatzes Genüge zu thun, muſs ich auch der alten Theorie des Krummzapfens noch kurz erwähnen. Alles, was ſie, — bei manchem Schriftſteller ſehr undeutlich, — zu erweiſen ſuchte, kann durch den Satz ausgedruckt werden, daſs $= F + \frac{2}{\pi} L$ die mittlere Gröſse des tangentialen Widerſtandes iſt, welchem im anhebenden Warzenkreiſe die Kraft das Gleichgewicht halten muſs. Soll dieſer Satz bloſs für ſeinen ſtatiſchen Sinn bewieſen werden, — und mir iſt nicht bekannt, daſs vor Langsdorf ein Mehreres verſucht wäre, — ſo ſcheint mir hierzu vollkommen hinreichend, zu bedenken, daſs die Warze längs unendlich vielen ſchiefen Ebenen von einer 1. ſtetig wachſenden und abnehmenden Neigung ſteigt, und daſs 2. die *Kraft*, als *Tangentialkraft*, jeder von jenen ſchiefen Ebenen alle Mahl *parallel* wirkt. Durch 2 iſt es gewiſs, daſs immerfort die Kraft zur Laſt ſich verhält, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge. Durch 1 iſt es gewiſs, daſs

durch den Uebergang aus einer schiefen Ebene in die andere kein Geschwindigkeitsverlust entsteht, weshalb man *auch summiren* kann, welches denn sogleich $V - F : L = 2r : \pi r$ giebt. Unter solchen sichern und deutlichen Bedingungen, wie hier die 1 und 2 ausmachen, ist mir nämlich die cartesianische Beweisart bei den Anwendungen der Mathematik auf das Maschinenwesen, fast noch lieber als die lediglich statische, die man indessen für den obigen Satz auch leicht und deutlich darlegen kann.

In meinen beiden obigen Formeln kommt jene Gröfse $F + 2L$ ebenfalls vor. Wer aber defshalb behaupten wollte, dafs wir nun gerade wieder auf die alte Theorie zurück gekommen wären, der würde eben dadurch beweisen, dafs er den grofsen Unterschied zwischen dynamischer und statischer Ansicht einer Maschine noch nicht gehörig gefafst habe, und daher solche Zweifel, als unsern Langsdorf zu neuer Untersuchung der Sache veranlafst haben, nicht gehörig zu würdigen wisse. Um sie recht vollständig zu beantworten, müfste auch die Zeitdauer des Umlaufes noch bestimmt werden.

Die Anwendung meiner Formeln I und II fällt bei *gut* vorgerichteten Krummzapfen ziemlich in eins zusammen, und wird dadurch sehr leicht, so lange von dem Kraftverluste durch den continuirten Zug der Korbstangen und von einem gewissen Ausfalle des mechanischen Kraftmomentes abstrahirt wird, wie es für hiesige vorläufige Mittheilung schicklich war.

V.

EINIGE BEMERKUNGEN

gegen des Hrn. Grafen v. Rumford *neueste Vertheidigung der Nichtleitung der Wärme durch Flüssigkeiten,*

vom

Hofrath Parrot

in Dörpat.

Im 3ten Stücke des XVIIIten Bandes Ihrer Annalen haben Sie uns, hochgeehrtester Freund, wiederum eine Protestation des Herrn Grafen von Rumford gegen die Wärmeleitung des Wassers gegeben, aus welcher ich schliessen muss, dass der Herr Verfasser meine ausführliche Beleuchtung seiner Hypothese noch nicht kennt, ob er gleich durch den Herrn Professor Böckmann zum voraus auf sie aufmerksam gemacht worden ist. Die Gelegenheit zu dieser neuen Erklärung würde dem Herrn Grafen von Rumford durch die Beobachtung der Löcher im Eise bei Chamouni gegeben. Ich würde, meinem Vorhaben gemäss, über dieses neue Factum schweigen, wenn nicht Graf Rumford den Physikern, welche die Wärmeleitung durchs Wasser behaupten, gleichsam den Handschuh hingeworfen hätte, indem er sie zur Erklärung des Phänomens auffordert. Nicht nur will ich hier dieses Phänomen ohne den Satz der absoluten Nichtlei-

tung erklären, sondern ich erbiete mich zur Erklärung aller gut beobachteten Phänomene für jetzt und die Zukunft, und ich wünsche, daſs der Herr Graf Rumford dieses förmliche Anerbieten erfahre. Ich bitte die Leser der Annalen, die Beschreibung des Phänomens in Band XVIII, Seite 262 der Annalen wieder zu lesen, und nun sey mein erstes Geschäft, zu zeigen, daſs die Hypothese der Nichtleitung die Erklärung nicht liefert.

Der Ursprung solcher Löcher ist zuverläſſig irgend eine zufällige Vertiefung auf der Oberfläche des Eises, in welcher sich durch die Sonnenwärme etwas Waſſer sammelt. Streicht nun ein warmer Wind über diese Oberfläche, so ertheilt er ihr einige Grade von Wärme über den Frierpunkt: dadurch werden die obern Schichten specifisch schwerer und sinken; dieses ist in allen Hypothesen wahr. Aber sie sinken in *senkrechter Richtung;* und wenn die Vertiefungen des anfänglichen Loches durch diese wärmern Schichten geschehen soll, so muſs die Achse des Loches durchaus senkrecht seyn. Aber sie ist *gegen Süden geneigt,* nach Graf Rumford selbst; mithin erklärt sie diese Neigung der Achse nicht. Ferner: wenn diese obere wärmere und leichtere Schicht durch die untern, welche die Temperatur des Frierpunkts haben, sich durcharbeitet, so entstehen Strömungen. Durch diese Strömungen aber sollte sich die ganze Maſſe erwärmen, (nach der Rumford'schen Hypothese durch sie allein.) Nun fragt es sich zuerst, welche Temperatur eine

Maſſe von 3 bis 4 Fuſs Tiefe erhalten ſoll, von einer unendlich dünnen Schicht an der Oberfläche, welche höchſtens 4 bis 5° Fahrenh. mehr haben kann als die übrige Maſſe, wenn ſie durch ihre Strömungen die Schmelzung im Grunde bewirken ſoll. Dieſe mittlere Temperatur würde für eine Tiefe von 3 Fuſs, und wenn man die obere Schicht eine Linie dick annähme, (welches nach Herrn Graf Rumford noch viel zu viel iſt,) und im vortheilhafteſten Falle, $\frac{1}{96}$ eines fahrenheitiſchen Grades haben. Setzt man hinzu, daſs die untern Schichten immer weniger von dieſer Temperatur haben müſſen als die obern, ſo kommt noch ein viel geringerer Theil in dieſe Gegend; und von dieſen ſo wenig gewärmten Waſſerſchichten kann nur ein hundert und zwölfter Theil an Eis geſchmelzt werden. Aber in dieſer Tiefe von 3 bis 4 Fuſs müſſen wir annehmen, daſs das Eis noch vom Winter her eine niedrigere Temperatur hat, als an der Oberfläche; und wenn auch dieſer Unterſchied für unſre Thermometer kaum merklich wäre, ſo bleibt er doch über die eben erwähnte, welche auch durch Luftthermometer ſchwerlich angeblich wäre. So lange aber die Temperatur des zu ſchmelzenden Eiſes unter 0° iſt, kann keine Schmelzung vorgehen, ſondern dieſe Wärme wird abgeleitet, und zur bloſsen Temperaturerhöhung des Eiſes bis zu 0° verwandt. — Noch mehr: Wenn die Schmelzung durch die Strömung, welche durch Waſſer von 2° R. über den Frierpunkt entſteht, geſchehen ſoll, ſo könnte

das Loch nie das angegebene Verhältniſs der Breite zur Tiefe haben. Denn man denke ſich den Anfang eines cylindriſchen Loches, etwa von gleicher Höhe und Breite, in welchem das Eis durch die Strömung eben ſo gut an den Wänden als am Grunde ſchmilzt, ſo muſs das Loch doppelt ſo ſchnell an Breite als an Tiefe zunehmen; es muſs alſo in kurzer Zeit weit breiter als tief ſeyn.

Weit beſſer erklärt ſich das Phänomen, ohne auf die Leitung oder Nichtleitung des Waſſers beſondere Rückſicht zu nehmen; und zwar liefert die Neigung der Achſe gegen Mittag dieſe Erklärung. Wir nehmen wieder eine kleine zufällige Vertiefung an. Durch die Sonnenſtrahlen erwärmt, ſchmilzt das Eis in derſelben wie überall, und das Waſſer bleibt in dieſer Vertiefung. Hier bildet das Waſſer durch ſeine Adhäſion am Rande des Eiſes eine etwas concave Linſe, welche die Sonnenſtrahlen nach unten zu etwas zerſtreut. Aber durch dieſe allgemeine Brechung werden die Sonnenſtrahlen, welche in das Waſſer kommen, (und in Chamouni von 0 bis $67\frac{1}{2}^{\circ}$ über den Horizont ſich erheben,) der Vertikallinie genähert, und beſchreiben einen gröſsern Weg im Waſſer, als ſie in ihrer natürlichen Richtung beſchreiben würden. Ein kleiner Theil davon wird im Waſſer ſelbſt verſchluckt, und erwärmt das Waſſer ſelbſt, der andere trifft mehr die nördliche Wand und den Boden des Loches, erwärmt ſie, und erzeugt Schmelzung. Die Erwärmung des Waſſers und Schmelzung des Eiſes iſt alſo

doppelt, geschieht aber immer mehr nach der Nord-, als nach der Südseite; daher die Neigung der Achse des Loches nach Süden.

Freilich läſst sich aus diesen Datis diese Neigung noch nicht berechnen, und ich zweifle, ob die Achse des Loches geradlinig seyn wird. Vielmehr vermuthe ich, daſs sie krummlinig ist, welches der Herr Graf Rumford mit einem einfachen Stocke auch nicht ganz gut erkennen konnte.

Das *zweite* Phänomen, welches der Herr Graf Rumford zur Erklärung aufgiebt, ist *die beständig gleiche Temperatur des Bodens aller tiefen Seen*. Einerseits ist die Gleichheit durch die Versuche von Forster, Irwine, Peron, u. s. w., welche Sie in den *Annalen*, B. XIX, St. 4, anführen, widerlegt, und es läſst sich aus allen diesen Versuchen nur der Schluſs ziehen, daſs die Temperatur des Wassers von oben nach unten abnehme, in groſsen Tiefen viel kleiner sey als an der Oberfläche, und daſs sie in Tiefen von 1500 bis 2500 Fuſs nahe an den Frierpunkt gränzen mag, während sie an der Oberfläche 20 bis 25° Reaum. beträgt. Da es aber bekannt ist, daſs die Stürme auf groſsen Wasserflächen nur die Oberfläche in Bewegung setzen, hingegen das tiefere Wasser ganz ruhig lassen, so muſs die Mittheilung der Wärme auſserordentlich langsam vor sich gehen, so daſs die Dauer eines Sommers für solche Tiefen beinahe verschwindet, da ich die Erfahrung gemacht habe, daſs diese Dauer nicht hinreicht, auf 7 Fuſs Tiefe in der Erde, die nach

Graf Rumford als fester Körper gut leitet, das Eis zu schmelzen, wie ich es an einem andern Orte angeführt habe. Noch mehr: Es wird gewiss niemand läugnen, dass Säuren und Alkalien sich nicht äusserst vollkommen dazu eignen, Prozesse der Art aufs geschwindeste zu vollenden, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen. Aber in der Reihe der Versuche, die ich über die Affinität angestellt, aber noch nicht bekannt gemacht habe, findet sich einer, der einen deutlichen Begriff von der Langsamkeit dieser Prozesse giebt, im Falle keine mechanische Bewegung angebracht wird. Die concentrirteste Schwefelsäure, unter destillirtes Wasser gelegt, hatte sich nach 14 Tagen in der $\frac{5}{4}$ Zoll dicken Wasserschicht noch nicht ganz gleichförmig vertheilt. Ja, dieselbe Säure mit einer gesättigten Kaliauflösung im Wasser, in Verbindung gebracht, ist gleichfalls nach mehrern Tagen noch nicht gemischt. *) Findet eine solche Langsamkeit der Mittheilung so sehr verwandter Stoffe bei Schichten von 15 Linien Dicke Statt, wie viele Jahrhunderte müssen nicht vergehen, ehe eine Schicht von 2000 Fuss eine gleiche Temperatur erhält, besonders da der Winter Erkältung an der Oberfläche erzeugt!

Schon das Factum, dass die Temperatur im Meere gradweise nach unten abnimmt, zeigt, dass

*) Ich werde alle diese Versuche, so wie die Gesetze dieser Vertheilung, welche daraus folgen, in einer andern Abhandlung ausführlich bekannt machen. P.

eine Mittheilung wirklich Statt findet, die fich durch die Strömungen innerhalb 0° und 2° Reaum. nicht erklären läfst.

Indefs könnte Hr. Graf Rumford fragen, warum feit fo vielen taufend Jahren der Grund der tiefern Meere noch nicht erwärmt werde, fondern fich noch immer nahe am Frierpunkte befindet. Die Antwort ift leicht. Die verfchiedenen Weltmeere haben an ihrer Oberfläche nicht nur, fondern in ihrer ganzen Maffe, fehr verfchiedene Temperaturen. In der Gegend der beiden Polarkreife ift die Temperatur des Meerwaffers durchaus nahe am Frierpunkte, da fie hingegen unter dem Aequator an + 25° gränzt. Nach hydroftatifchen Gefetzen alfo mufs alles Waffer, das in den wärmern Gegenden fich in grofsen Tiefen fchon über 2° R. erwärmt hat, von den gleich tiefen kältern Schichten anderer Meere verdrängt und gehoben werden, fo dafs in grofsen Tiefen eine beftändige fchwache Strömung zwifchen den Waffern der heifsen und kalten Zonen Statt finden mufs, wodurch die Tiefen der wärmern Meerftriche immer mit kaltem Waffer verfehen werden. Diefe Strömungen find freilich kein Gegenftand directer Beobachtungen, fie find auch von den Bewegungen an der Oberfläche durch Stürme ganz unabhängig. Aber da fie aus bekannten, allgemein anerkannten Naturgefetzen entfpringen, fo müffen wir fie durchaus ftatuiren.

Die *dritte Aufgabe*, welche Herr Graf Rumford den Phyfikern aufgiebt, ift fein Verfuch mit

dem kochenden Waſſer über der Eisſcheibe. Dieſe habe ich, denke ich, vollkommen aufgelöſt in meiner Abhandlung wider die Nichtleitung der Wärme, *Annalen*, B. XVII, St. 3, S. 281—294. Ueber die Exiſtenz der Strömungen habe ich den Grafen Rumford in den *Annalen*, B. XIX, St. 4, wider Herrn Thomſon, deſſen Meinung dem Hrn. Grafen wehe that, gerechtfertigt.

Schlieſslich muſs ich erinnern, daſs Herr Graf Rumford im erwähnten Aufſatze von ſeiner urſprünglichen Meinung der abſoluten Nichtleitung des Waſſers abgeht, und nur verlangt, daſs man den Uebergang der Wärme von einem Waſſertheilchen zum andern als ſehr langſam annehme, wodurch freilich der ganze Streit eigentlich ein Ende nimmt, indem dieſe Langſamkeit von mir nie geläugnet worden iſt, vielmehr ich ſelbſt die auffallendſten Data zu ihrer Beſtätigung geliefert habe.

Darf ich noch eine Bemerkung hinzu fügen? Dieſer ganze Streit über die Leitungsfähigkeit des Waſſers wäre vielleicht gar nicht entſtanden, wenn man nicht die urſprünglichen Data dazu aus den gröſsern Naturphänomenen genommen hätte. Dieſe Phänomene eignen ſich ganz und gar nicht zur Aufſtellung von Naturgeſetzen, weil ſie nicht einfach genug ſind. Möchten doch die Phyſiker bei dem gegründeten Unterſchiede zwiſchen *theoretiſcher Phyſik*, welche aus den Verſuchen die Naturgeſetze deducirt, und der *angewandten Phyſik*, welche dieſe Geſetze zur Erklärung der Naturphänomene an-

wendet, fest bleiben! Die Erscheinungen, welche die Natur im Weltbau darbietet, sind selten einfach genug, um die Naturgesetze daraus zu entziffern. Der Versuch muss diese Erscheinungen vereinfachen, indem er alles entfernt, was nicht unmittelbar zur Sache gehört, und es kommt auch leider oft genug der Fall, dass, ungeachtet aller angewandten Mühe, diese Vereinfachung durch Versuche nicht gelingt. Wie sollte sie in Phänomenen, welche wir nicht modificiren können, die wir oft nur in der Entfernung beobachten, erzeugt werden können? De Lüc wäre vielleicht zur Annahme der beiden Stoffe des Wassers gleich nach der Aufstellung der Lavoisier'schen Theorie übergegangen, wenn er nicht die unglückliche Idee gehabt hätte, die Schwierigkeit, die er in der Erklärung des Regens fand, als Argument gegen diese Theorie zu gebrauchen. Newton, in der Aufstellung des allgemeinen Naturgesetzes der Gravitation, ging von den Versuchen Galiläi's aus, und behandelt diese ganze wichtige Sache nur als eine Aufgabe der angewandten Physik, obgleich hier vielleicht mehr als in irgend einem andern Zweige der Physik die Naturphänomene im Grossen einfach sind.

VI.

UNTERSUCHUNGEN

über den Knochengallert,

von

L. PROUST,
Professor der Chemie zu Madrid, *)

und einige Worte über den Knochenbouillon gegen Herrn Cadet de Veaux.

Seit beinahe zwanzig Jahren sind die Oekonomen bemüht gewesen, Pflanzen zu entdecken, womit man im Fall einer Theurung die Pflanzen ersetzen könnte, welche unsre täglichen Nahrungsmittel ausmachen. Ihre Bemühungen sind nicht fruchtlos geblieben, denn sie haben gefunden, dass die Natur weit mehr nahrungsreiche Pflanzen hervor bringt, als man bis jetzt geglaubt hatte.

*) Ausgezogen, wahrscheinlich von ihm selbst, aus dem wichtigen und schätzbaren spanischen Werke: *Untersuchungen über die Mittel, die Nahrung der Soldaten zu verbessern*, (welches schon 1791 zu Madrid mit dem Motto: *Habentes alimenta et quibus tegamur, his contenti sumus*, erschienen ist,) im *Journ. de Phys.*, 1803, t. 53, p. 227, und hier mit den Hauptstellen aus einer Zurechtweisung vermehrt, welche Proust einem lauten pariser ökonomischen Schriftsteller giebt, der das ihm zukommende Verdienst um den Knochengallert sich zueignete, und dessen Schriftchen auch in Deutsch-

Wenn wir aber den Werth dieſer Entdeckungen genau unterſuchen, ſo zeigt ſich bald, daſs, ob ſie ſchon im Allgemeinen wichtig ſind, wir doch auf keinen groſsen Nutzen rechnen dürfen, wenn wir gezwungen würden, zu ihnen unſre Zuflucht zu nehmen. Stiege zum Beiſpiel die Theurung des Kornes ſo hoch, daſs wir uns mit Brod aus Kartoffeln und andern Wurzeln behelfen müſsten, würde darum die ärmere Volksklaſſe beſſer daran ſeyn, als jetzt? Gewiſs nicht, denn dieſe neuen Nahrungsmittel würden dann für ſie nicht wohlfeiler ſeyn, als jetzt das Brod; bleibt aber das Elend daſſelbe, ſo können wir uns noch nicht ſchmeicheln, in jenen Entdeckungen für die Armen ein bedeutendes, ihrem Bedürfniſſe entſprechendes, Hülfsmittel aufgefunden zu haben.

Man muſs alſo noch zur Milderung des Elendes ein Nahrungsmittel ausfündig machen, das dem Staate nicht nur nichts koſtet, ſondern das auch vom Ueberfluſſe und vom Mitleiden der Reichen und Begüterten unabhängig iſt, — ein Nahrungsmittel, das, bis jetzt von niemanden entdeckt, auch von

land viel geleſen worden iſt. Vielleicht haben die Leſer ſich an dem Knochengallert ſchon völlig geſättigt; dennoch lade ich ſie ein, dieſen gut geſchriebenen Aufſatz nicht zu überſchlagen. Prouſt iſt der Erſte, der dieſe Sache wieder in Anregung gebracht hat, und vielleicht noch immer der gründlichſte und beſte Schriftſteller über dieſe Materie.

Gilbert.

denen nicht verweigert werden kann, die am wenigſten zum Geben geneigt ſind.

Darf ich mir ſchmeicheln, den Weg zu dieſer Entdeckung gebahnt zu haben? Meine Leſer mögen darüber urtheilen. Es iſt nämlich gewiſs, daſs es in allen Städten eine nahrhafte Subſtanz giebt, auf die niemand achtet, die täglich ſich erneuert, und ein bedeutender Zuſchuſs zum Unterhalte ſeyn würde, den man leicht ſammeln und zum Gebrauch des minder begüterten Bürgers zurichten könnte.

Ich geſtehe indeſs, daſs bei der Ausführung meines Vorſchlags ein Umſtand eintritt, der meine Hoffnung, ihn angenommen zu ſehen, ein wenig ſchwächt: dieſes Nahrungsmittel bedarf nämlich, wie alle andere, die auf unſern Tiſch kommen, einer Zubereitung. Aber, wenn wir die Früchte ausnehmen, die nirgends, ſelbſt dem Wilden nicht, eine ſolide Nahrung geben, welche Speiſe erfordert nicht die Koſten der Zubereitung? Heiſchen nicht die Wurzeln, woraus der Indier ſeine Kuchen und ſein Mehl macht, eben ſo viel Bearbeitung, als unſer Brod?

Erſter Theil.

Niemand zweifelt, daſs die Knochen, wenn ſie aus dem Topfe kommen, eine groſse Menge gallertartiger Subſtanz enthalten; und da dieſer Gallert in nichts von dem verſchieden iſt, den ſie dem Bouillon abgeben, ſo hat man allgemein geglaubt, daſs in dieſem Gelee, wenn es ſich nur leichter aus den

Knochen ausziehen liefse, fich eine ergiebige Hülfsquelle zum Unterhalt der Spitäler, Soldaten, Seeleute, und der Klaffe von Bürgern eröffnen würde, denen ihre Armuth, in den Städten, den Gebrauch des Fleifches nicht geftattet.

Man hat um fo mehr gewünfcht, dafs diefe gallertartige Subftanz benützt werden möchte, da die Phyfiologen fie immer als eines der beften reftaurirenden Mittel empfehlen, weil fie von allen gebräuchlichen Speifen den feften Theilen des menfchlichen Körpers am meiften analog zu feyn fcheint, und weil fie, nach der Erfahrung aller Zeiten, im kleinften Volum die folidefte Nahrung gewährt, und am fchnelleften den Verluft erfetzt, den wir durch übertriebene Arbeit, oder durch Mifsbrauch des Lebens erleiden.

Der erfte Gebrauch, den Papin von feinem Topfe machte, war ein Verfuch mit dem Knochenbouillon. Seine Refultate zeigten bald dem ganzen Europa, welchen Nutzen fich die Oekonomie der Spitäler einft davon verfprechen dürfte. Diefer Topf ift, feit Papin, zwar fo vervollkommnet worden, dafs man die Gefahren, die fonft mit feinem Gebrauche verbunden waren, nicht mehr zu fürchten hat; — aber ungefchickten Händen darf man ihn doch auch jetzt nicht anvertrauen. Er wurde daher übel berüchtigt als ökonomifches Geräthe, und vergeffen; und wird nur noch in unfern phyfikalifchen Kabinetten gefehen. Mit ihm ift auch die Kunft, den Gallert aus den Knochen zu ziehen, in

Ver-

Vergessenheit gekommen. Er hatte dieses Schicksal nicht ganz mit Unrecht. Ein Bombenkessel ist kein gefährliches Instrument, doch nur dann, wenn er von einem Artilleristen gebraucht wird. Eben so der papinianische Topf. *)

Der gegenwärtige Vorschlag betrifft denselben Gegenstand, dem Papin's Untersuchungen gewidmet waren, aber es kam darauf an, durch leichte, wohlfeile, kurz, solche Mittel zum Zwecke zu ge-

*) Wie wahr dieses ist, beweiset ein Vorfall, der sich vor zwei Jahren in Berlin in der Flittner'schen Apotheke ereignete, wo in einem papinianischen Topfe, ungefähr nach Art des van Marum'schen, von einem gemeinen Arbeiter Knochengallert gekocht werden sollte, der damahls gerade als fiebervertreibendes Mittel die Modesache der Aerzte war. Es mochte ihm gesagt worden seyn, er müsse keine Dämpfe aus dem Ventile entweichen lassen; statt das aber durch Mäfsigung des Feuers zu bewirken, beschwerte er den Hebel des Ventils, den Herr van Marum nur mit 2 Pfund belastet, noch mit einem Gewichte von 8 Pfund, und als das nicht helfen wollte, band er gar das Ende des Hebels an den Deckel fest. Natürlich, dafs der Topf, ungeachtet er aus starkem geschlagenen Kupfer bestand, endlich zersprengt werden mufste. Dieses geschah mit einem mächtigen Knalle und einer furchtbaren Explosion; die Fenster wurden zersprengt, Steine heraus geschlagen, und rings umher eine wahre Verwüstung angerichtet. Der Arbeiter hatte sich zum Glücke gerade entfernt, und blieb unbeschädigt. *Gilb.*

langen, die zu jedermanns Gebrauche ſtehen. Dieſes iſt die Abſicht meiner Arbeit.

Bei rohem Fleiſche iſt der gallertartige Theil ſehr weich und zart, geht daher leicht in die Brühe über, und man braucht dieſe nur einkochen zu laſſen, um ihn zu erhalten. Da das Fleiſch mehr oder weniger mit Blut getränkt iſt, ſo enthält es immer einen beträchtlichen Antheil von dem Safte, den die Phyſiologen die gallertartige Lymphe nennen. Dieſe Lymphe, ſtatt in der Brühe zu zerflieſsen, gerinnt wie Eiweiſs. Daher enthält der Fleiſch-Bouillon nicht ſo viel Gelee, als der Ueberfluſs dieſer Säfte zu verſprechen ſcheint. Und dieſes beſtätigt die Erfahrung, denn drei bis vier Pfund Fleiſch geben nur Ein Pfund Gallert.

Dieſes iſt der Grund, warum das Fleiſch-Gelee dem ſo theuer kommt, der es macht oder beſtellt; warum bei den Armeen und auf langen Reiſen es ſo ſchwer iſt, die Kranken wieder herzuſtellen, und die Geneſenden zu ſtärken, wozu oft nur ein wenig Gallert nöthig wäre; und warum endlich in den Spitälern Gallert ſo ſelten zur Hemmung der Auszehrung gebraucht wird, wogegen die Arzneikunde kein wirkſameres Mittel weiſs, als den thieriſchen Gallert.

Aber dieſes Gelee, das viel reichlicher in den Knochen ſich findet, als im Fleiſche, weicht nicht leicht der Wirkung ſeines Auflöſungsmittels. Die Hitze, welche das ſiedende Waſſer unter dem gewöhnlichen Drucke unſrer Atmoſphäre annimmt, iſt

nicht ſtark genug, die Poren eines ſo engen und feſten Gewebes, als das der Knochen, hinlänglich zu erweitern, damit die Flüſſigkeit das Gelee heraus ziehen könne.

Ein zweites Hinderniſs iſt der Zuſtand der Verhärtung und Trockenheit, worin der Gallert in den Knochenzellen ſich befindet. Selbſt ſtählerne Inſtrumente durchdringen dieſe feſte Miſchung nur mit Schwierigkeit; man muſs ſich alſo nicht wundern, daſs die Wirkung des Waſſers auf das Knochengewebe ſo geringe iſt. Da übrigens die Knochen dem Gallert allein ihre Elaſticität verdanken, ſo war es auch nöthig, daſs ſie bei der thieriſchen Organiſation von der Natur reichlich damit verſehen wurden. In der That beweiſet die Erfahrung, daſs ſich verhältniſsmäſsig in den Knochen mehr Gallert befindet, als in irgend einem andern Theile des thieriſchen Körpers.

So lange auch ein Pfund Knochen in einem Topfe gekocht haben mag, immer noch laſſen ſich daraus 3 bis 4 Pfund Gelee erhalten; und da 7 bis 8 Pfund Fleiſch nur dieſelbe Menge von Gelee geben würden, ſo ſieht man leicht, daſs der Soldat, wenn man ihm ein Pfund Knochen ſo zubereitet gäbe, daſs er daraus eben ſo leicht, wie aus dem Fleiſche, das Gelee ausziehen könnte, beſſer mit Bouillon verſorgt ſeyn würde, als wenn er 4 bis 5 Pfund Fleiſch bekäme.

Was macht ihr nun, Mitbürger, mit den Knochen, die von eurem Tiſche kommen? Höchſtens

laſst ihr ſie von den Hunden benagen und dann ins Feuer oder unter den Abraum werfen! Sie ſind es, welche ich verlange, und ich fordere von den Bewohnern groſser Städte weiter nichts, als daſs ſie mir erlauben, die Knochen, welche ſie wegwerfen, jede Woche aufzuleſen. Und das werden ſie gewiſs gerne zugeben; der Menſch iſt immer wohlthätig, wenn ſein Intereſſe nicht darunter leidet.

Zweiter Theil.

1. *Verſuche.*

Um genau beſtimmen zu können, wie viel Gallert ſich aus den Knochen durch Kochen erhalten läſst, muſs man zuvörderſt einen Vergleichungspunkt haben; d. h., man muſs ſehen, wie viel Gelee rohe Knochen dem Bouillon in einem gewöhnlichen Topfe geben.

Zu dem Ende lieſs ich die zum Verſuche beſtimmten Knochen erſt wohl von Fleiſch, Sehnen u. dergl. reinigen, ſie dann, wie es in der Wirthſchaft gebräuchlich iſt, zerhacken, darauf in einen gewöhnlichen Suppentopf thun, und dieſen am Feuer ſtehen von ſechs Uhr Morgens bis Mittag, ohne ihn abzuſchäumen, damit er keinen Verluſt erlitte. Nachdem die Brühe erkaltet und abgeklärt war, lieſs ich ſie in einem ſilbernen Napfe abdünſten, bis der Gallert ſo conſiſtent wurde, daſs man ihn heraus heben und aufs Trockenbrett legen konnte. Das Reſultat dieſes Verſuchs war ein völlig *trockener* durchſichtiger *Gallert*, nach Art der

Bouillontafeln (*pastille*), von mehr oder minder dunkler Farbe, nach den verschiedenen Arten von Knochen, und von mildem sehr leicht salzigen Geschmack.

Wenn man 1 Unze dieses trockenen Gallerts in 31 Unzen Wasser auflöst, erhält man 2 Pfund *frischen*, bebenden *Gelee's*. *) Das Thermometer stand bei diesem Versuche zwischen 0° und 4 bis 5° R. Es war nothwendig, die Produkte der verschiedenen Arten von Knochen alle zu einem gleichen Punkte der Trockenheit zu bringen, um sie völlig vergleichen zu können. Kennt man den Ertrag der Knochen an solchen trockenen Produkten, so ist es leicht, zu bestimmen, wie viel frisches Gelee sie geben können.

Schenkelknochen eines Rindes. 10 Pfund Schenkelknochen (*os de jambes*) eines Rindes, getrennt vom Marke und von den Extremitäten, gaben einen Bouillon, von dem, nachdem er bis zur Trockniss abgeraucht war und die Consistenz der Bouillontafeln angenommen hatte, nur $2\frac{1}{4}$ Drachme (*Gros*) übrig blieben, welches mit 9 Unzen bebenden Gallerts überein stimmt, folglich mit ungefähr 1 Unze Gelee auf das Pfund Knochen.

*) In dem hier gebrauchten Sinne werden die Ausdrücke: *trockener Gallert*, (für *pastille*, von der Consistenz der Bouillontafeln,) und *frisches Gelee*, (im bebenden Zustande,) durch den ganzen Aufsatz gebraucht. *Gilb.*

Nun wurden dieselben Knochen zu einem Knochenmehl zermalmt, und gaben mir beim Kochen 9 Unzen weniger 12 Gran trockenen Gallerts; welches mit 18 Pfund frischen Gelee's überein stimmt. Hieraus erhellet, daſs der Gallert, welchen Knochen bei dem gewöhnlichen Kochen hergeben, sich zu dem Gallert aus rohen Knochen, wie 1 : 32 verhält, oder mit andern Worten, daſs die Knochen, welche man in der Suppe kocht, nur den 32sten Theil der nährenden Theile hergeben, die sie enthalten.

Gelenkknochen, das heiſst, die Köpfe der Keulen- und Schenkelknochen, *(les têtes des os de cuiſſe et de jambe.)* Zehn Pfund dieser Knochen, roh genommen, geben 6½ Drachme trockenen Gallerts, oder 26 Unzen frischen Gelee's. — Aus denselben Knochen erhielt ich nach dem Zermalmen bei einem zweiten Kochen 15 Unzen Gallert, nach Art der Bouillontafeln, oder 30 Pfund bebenden Gelee's, also 18 Mahl mehr als beim gewöhnlichen Kochen.

Hüftknochen, *(os des hanches* oder *de tranche.)* 10 Pfund roher Knochen gaben 18½ Drachme trockenen Gallerts, oder 4 Pfund 10 Unzen frischen Gelee's. Zum zweiten Mahl zermalmt und gekocht, gaben sie 26 Unzen trockenen Gallerts, oder 52 Pfund frischen Gelee's: das Verhältniſs zum ersten Produkte ist ungefähr wie 11 : 1.

Rippen und Wirbelknochen. Ich habe nicht versucht, was diese Knochen roh geben. Zehn Pfund

derselben, die in den Töpfen des Schlosses zu Segovia gekocht waren, gaben hernach, zermalmt und nochmahls gekocht, 22 Unz. und 2 Dr. trockenen, oder 44½ Pfund frischen Gallerts.

Hammelknochen. Von 10 Pfund aller Art, die aus dem Topfe genommen, dann zermalmt und wieder gekocht wurden, erhielt ich 19 Unzen 2 Drachmen trockenen, oder 38½ Pfund frischen Gallerts.

Schweineknochen. Zehn Pfund gekochter gaben, zermalmt und wieder gekocht, 19 Unzen 3 Dr. trockenen, oder beinahe 39 Pfund frischen Gelee's.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, mit *Kälberknochen* Versuche anzustellen; sie müssen gewiss auch viel Gallert geben.

Eigenschaften des Knochengallerts. Da die meisten Knochen Fett enthalten, so nimmt auch ihr Gelee etwas davon an; es ist im Ganzen mehr oder minder milchicht, oder, wie es die Aerzte nennen, emulsiv, und hat einen faden, süsslichen, unbestimmten Geschmack.

So wie am Fleische nicht alle Theile gleich schmackhaft sind, so sind auch die Gallerte, welche man aus den Knochen erhält, an Geschmack und Zartheit verschieden. Das Gelee von Rippenknochen z. B. ist fürs Auge und für den Geschmack angenehmer als das von Hüftknochen, und das letztere ist wieder in dieser zwiefachen Rücksicht dem Gallert von Gelenkknochen vorzuziehen.

Das Gelee von Hammelknochen hat den Geruch seines Fleisches. Das von Schweineknochen schien mir das angenehmste zu seyn; einige zogen indeſs das Hammel-Gelee allen vor.

Die Gallerttafeln verderben an der Luft nicht, und können von einem Ende der Welt zum andern gebracht werden.

Um von den Tafeln frisches Gelee zu erhalten, ist weiter nichts nöthig, als daſs man sie eine Viertelstunde im Wasser erweichen, dann, bis sie völlig aufgelöst sind, aufkochen, und den Gallert im Kühlen gerinnen läſst. Das so erhaltene Gelee ist in nichts von dem frisch ausgekochten verschieden. Hier das Recept zu einem Gerichte, (*blanc-manger*,) womit ich meine Freunde mehrmahls bewirthet habe, und das für einen Kranken höchst angenehm und heilsam ist. Man bereite 14 bis 15 Unzen Gelee, thue ½ Unze Zucker, eine Hand voll Salz, 12 zerstoſsene süſse und 4 bittere Mandeln, damit der Saft aus ihnen ausgezogen werde, und etwas Orangenschale hinzu, und lasse das Gelee im Kühlen gestehen.

Wenn ich zu dem Knochenmehl Erbsen, Kohl, Rüben, Wurzeln und Speck in den Topf thun lieſs, bekam ich immer eine sehr gute Suppe.

Nach Verschiedenheit der Jahreszeit bedarf man zu diesen Gelees mehr oder weniger Wasser. — Im Winter z. B., wenn das Thermometer auf dem Eispunkte steht, erhält man aus 1 Unze trockenen Gallerts und 31 Unzen Wasser ein Gelee, das eben so

leicht bebend wird, als die beste Fleischbrühe; ich setze dieses Verhältniss darum fest, weil es gerade das der kräftigsten Fleischbrühen ist.

Wenn das Thermometer zwischen 6 und 9° steht, so darf man nur 24 Unzen Wasser zu 1 Unze Bouillontafel nehmen, soll das Gelee die Consistenz erhalten, in welcher man es Kranken giebt; und bei einer Wärme zwischen 10 und 14° darf man nur 18 bis 20 Unzen Wasser auf 1 Unze Gallert rechnen. Man begreift leicht, dass diese Gelees nach der grössern oder geringern Wassermenge mehr oder minder nahrhaft seyn müssen.

Die Schiffsärzte wissen, wie schwer es ist, den Skorbut der Seeleute zu hemmen, weil man auf den Schiffen keine frischen thierischen Säfte haben kann. Wie nützlich würden nicht auf einer langen Seereise Gallerttafeln seyn!

Leser, die keine Begriffe von der Physiologie haben, werden fragen, wie es möglich sey, dass 2 Pfund Gelee, die nur 1 Unze trockenen Gallerts enthalten, sehr nahrhaft seyn können. Ich antworte: Von 1 Pfund Fleisch ohne Knochen erhält man leicht 2 Pfund Bouillon, der nicht von dem schlechtesten ist. Indess enthält diese Brühe, die wohl jedermann für nahrhaft gelten läst, noch keine ½ Unze trockenen Gallerts. Daraus folgt, dass ein Knochenbouillon von 1 Unze trockenen Gallerts einer Brühe von 2 Pfund Fleisch gleich ist.

Nur wenige dürften sich beklagen, nicht gut zu Mittage gegessen zu haben, wenn sie von einem

Dutzend Eier das Eiweiſs (*une douzaine de blancs d'oeufs*) verzehrt haben, und doch iſt darin nur 1 Unze feſter Subſtanz enthalten. Etwas ähnliches gilt vom rohen Fleiſche, wovon das Pfund nur 4 Unzen trockenen Stoffes enthält.*)

Eigenſchaften des Fleiſchgallerts. Zehn Pfund des beſten Fleiſches ohne Knochen gaben mir 5 Unzen ganz trockenen Gallerts. Aus Fleiſch, das mehr Knorpel und Sehnen enthält, läſst ſich etwas mehr erhalten. Das Fleiſch-Gelee iſt durchſichtig, farbig, von ſelbſt ſehr ſalzig und ſehr ſchmackhaft, weil es viel ſalzſaures Kali, auch freie Phosphorſäure u. ſ. w.

*) Folgendes iſt das Reſultat einiger Verſuche, welche Hr. Geheimerath Hermbſtädt in Berlin vor ein paar Jahren mit friſchem, knochenloſem, nicht fettem Fleiſche angeſtellt hat. 1. Ein Pfund wurde in kleine Stücke zerſchnitten, 8 Stunden lang in 60° Wärme erhalten, bis es bis zur Zerreiblichkeit ausgetrocknet war. 2. Ein zweites Pfund wurde in einem gut verſchloſſenen Topfe 6 Mahl hinter einander, jedes Mahl 1 Stunde lang, mit deſtillirtem Waſſer gekocht, bis ſich endlich beim Eindicken keine klebrige Flüſſigkeit mehr fand, und dann der Rückſtand bis zur Zerreiblichkeit eingekocht. So fand ſich aus 32 Loth

	an feſtem zerreiblich. Rückſtand nach 1	nach 2	an Fett	alſo an trockenem Gallert
Kalbfleiſch	8	$3\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$4\frac{1}{8}$ Loth
Hammelfleiſch	9	$4\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	4
Ochſenfleiſch	10	5	$\frac{5}{8}$	$4\frac{3}{8}$
Schweinefleiſch	10	6	$\frac{3}{8}$	$3\frac{5}{8}$

Gilb.

enthält. Wenn man den ganz trockenen Fleischgallert in einer eben so grossen Menge von Wasser als den trockenen Knochengallert erweicht, so nimmt das Gelee bei derselben Temperatur weniger Consistenz als jenes an. Nähert es sich dem Zustande völliger Trockenheit, so verliert es seine Durchsichtigkeit, und es schiesst daraus Salz an, *(et le sel se cristallise dans le corps de la potasse.)*

Man hat viele Mühe, diesen Gallert gehörig zu trocknen, und er wäre in so fern schwerer aufzubewahren, als der von Knochen. Er ist stark braun, flexibel, und läst sich aus einander ziehen, wie Gummi elasticum. Der Geschmack ist strenge, selbst unangenehm, weil der Geschmack des Fleisches sich darin äusserst concentrirt findet; und er gleicht mit einem Worte dem der englischen Bouillontafeln nicht mehr, als der Geschmack des feinen Zuckers dem des Beglisenensafts. Welch eine Menge von Ingredienzien mögen die Engländer aber auch nicht in ihre Bouillontafeln bringen, um ihnen die Consistenz und den wohlfeilen Preis zu geben, durch die sie sich empfehlen.

Eine Unze reinen trockenen Fleischgallerts, in 20, 24 oder 31 Unzen Wasser aufgelöst, giebt sogleich einen Bouillon, der so gut ist, wie frische Fleischbrühe; er hat denselben kräftigen Wohlgeruch, und man würde ihn schwerlich von jenem unterscheiden; aber so köstliche Gallerttafeln kommen nirgends im Handel vor. In der Fleischbrühe stechen manchmahl die Salze so hervor, dass sich aus ihr

keine feste Bouillontafeln, sondern nur ein Extract erhalten läfst, den man wie das Eingemachte in einem Glase aufheben muss. Dieser Extract erhält sich indess mehrere Jahre, ohne zu verderben.

Ich habe den trockenen Fleischgallert zu ½ Unze auf das Pfund Fleisch angesetzt, ob ich gleich weiss, dass sich daraus 6 bis 7 Drachmen erhalten lassen, wie das die Untersuchungen Geoffroy's, (*Mém. de l'Acad.*, 1734,) zeigen. Aber dazu müsste man das Fleisch vier oder fünf Mahl nach einander, immer in frischem Wasser, kochen, und es zuletzt unter die Presse bringen; so liefse sich indess nur da verfahren, wo gekochtes Fleisch ohne allen Werth wäre. In grofsen Städten gilt es immer mehr, als die 2 oder 3 Drachmen trockenen Gallerts werth sind, die es nach dem ersten Knochen noch enthält, und das ausgeprefste Fleisch ist zu nichts, als zum Futter für die Hunde, gut.

Folgerungen.

1. Die Knochen, die man in den Küchen wegwirft, enthalten eine beträchtliche Menge nährenden Stoffs, den man, mit wenigen Kosten, dazu benutzen könnte, den Unterhalt der Soldaten und Seeleute, und in den Spitälern, Gefängnissen, u. s. w., zu verbessern.

2. Zehn Pfund Rinderknochen von vier verschiedenen Arten geben im Durchschnitte 18 Unzen trockenen Gallerts, nach Art der Bouillontafeln; eben so viel Fleisch nur 5 Unzen.

3. Völlig trockener Gallert von Fleisch und von Knochen enthalten den ernährenden Stoff in gleicher Menge, und geben davon gleich vielem Wasser gleich viel, in Gestalt von Bouillons. Kälber-, Schweine- und Hammelknochen leisten diesen Dienst eben so wohl als Rinderknochen.

4. Wenn man dem Soldaten täglich 2 Pfund frischen Gallerts zukommen liesse, welches er von 12 Unzen Knochen erhalten kann, die er mit Speck und Gemüse kochen müsste, so würde er einen Bouillon bekommen, der dem von 2 Pfund Fleisch an Güte gleich wäre. Will man mir einwerfen, dass die Knochenbrühe nicht so schmackhaft ist, als die Fleischbrühe, so antworte ich, das Bedürfniss wird die Würze desselben seyn. Uebrigens wollte ich auch nur, dass dieser Bouillon mit der Fleischbrühe vermischt würde, damit er ihren Wohlgeruch annähme. Die Aerzte mögen uns sagen, ob man nicht eben so gut mit einem Stücke vom Bauche einer Kuh, das wohl gesalzen und gepfeffert ist, sich sättige, als mit einem Lendenbraten, und ob eine Knochensuppe den Soldaten nicht eben so sehr stärken würde, als eine Fleischsuppe.

Zubereitung der Knochen.

Es ist ziemlich gut bewiesen, dass die Kraft der Aggregation, welche den Gallert an die erdigen Theile der Knochen fesselt, das einzige Hinderniss ist, welches das Wasser beim Auflösen desselben zu überwinden hat. Papin bewirkte die Auflösung

durch die Hitze feines Topfes, allein der Gebrauch desselben ist nicht allgemein bekannt, und sehr leicht nimmt der darin bereitete Bouillon einen sehr unangenehmen brenzlichen Geschmack an; ein Fehler, den der Abbé Changeux, (*Journ. philos.*, 1775,) bemerkt hat. Der Bouillon erleidet in diesem Falle eine Veränderung, durch die er in den Zustand der zuckerigen Extracte kömmt, und man kann keinen Gallert mehr daraus machen. Bei einem solchen Versuche hatte sich eine ausserordentliche Menge Luft entbunden, die zwischen der Flüssigkeit und dem Deckel des Topfs zusammen gepresst war. Dieser hatte einen Sicherungshahn, und in dem Augenblicke, als ich den Hahn, nachdem der Topf erkaltet war, öffnete, drang diese Luft mit einem Gezische heraus, das mich erschreckte; wahrscheinlich war es Stickgas.

Es bedarf mehr nichts, als dass man, nach Changeux's Vorschläge, die Knochen zermalme und in ein Knochenmehl verwandle. Aller Gallert wird indess auch dann nicht durch das Sieden ihnen entzogen. In diesem, wie in andern Fällen, scheint die Verwandtschaft zuzunehmen, indem die Menge der einen Substanz abnimmt.

Diese grosse Verwandtschaft trägt wahrscheinlich eben so viel, als die Isolirung der Theile, zu der erstaunlichen Dauer der thierischen Materie in den Knochenversteinerungen bei.

Wer sollte glauben, dass die versteinerten Knochen zu Teruel, die vor vielen Jahrhunderten in

der Erde verſchüttet ſeyn müſſen, da ſie unter einem 15 bis 20 Fuſs mächtigen Bruchſteine liegen, der nur zu der Zeit, als die ganze Provinz mit ihren jetzigen aufgeſchwemmten Lagern überdeckt wurde, entſtanden ſeyn kann: wer ſollte glauben, daſs dieſe Knochen am Feuer ſchwarz werden, nach Horn riechen, und Ammoniak geben?

So wirkſam auch die Pulverung ſeyn mag, ſo übertrifft ſie doch der papinianiſche Topf, denn das Pulver der gekochten Knochen läſst ſich nicht zwiſchen den Fingern zermalmen, wie Knochen, die man aus dem Topfe nimmt. Durch dieſen erhält man mehr Gallert, als durch das Kochen des Knochenmehls; davon haben mich mehrere Verſuche überzeugt. Noch andere Thatſachen beweiſen, daſs der Gebrauch deſſelben dem Kochen der gepulverten Knochen vorzuziehen iſt. Im Topfe ſcheidet ſich das Fett völlig von den Knochen; aber in der Brühe von gepulverten Knochen findet man nur einen Theil deſſelben; noch dazu iſt es durch die Vermiſchung mit erdigen Theilen ſo verdorben, daſs man es nicht reinigen kann, ohne es zu ſchmelzen. Das übrige Fett bildet mit dem Knochenpulver eine Materie, der zu Pflaſtern üblichen ähnlich, und dieſe vergröſsert ſich, ſo wie ſich die gallertartigen Theile davon trennen.

Ich habe indeſs ein Mittel gefunden, dieſen Verluſt zu vermeiden, und mich zugleich überzeugt, daſs man aus den Knochen *Talg* in einer Menge er-

halten kann, welcher alle meine Erwartungen weit übertraf.

Der gröſste Theil der Knochen, die ich zu meinen Verſuchen nahm, war aus der Küche der Artillerieſchule; ſie wurden, ehe man ſie in den Topf that, in 4 oder 5 Stücke zerſpalten, wie es allenthalben gebräuchlich iſt. Die Rippen- und Schulterknochen geben ein trockenes Pulver, weil ſie kein Mark enthalten; aber die Hüften- und Gelenkknochen ſind ſo damit überladen, daſs ſie beim Zerſtampfen unter dem Stöſsel zum Teige werden. Aus dieſen verſchiedenen, teig- und pulverartigen Maſſen erhielt ich die oft erwähnten Gallerte. Da ich bemerkte, daſs die Menge des Fettes, welches auf dem Bouillon ſchwamm, der nicht entſprach, welche ſich in dieſem Teige befand, und daſs das Knochenpulver am Boden des Topfes ſehr fettig blieb, ſo fiel ich darauf, die Knochen zuvor einer andern Operation zu unterwerfen, und ſie gab folgendes Reſultat.

Ich lieſs mit dem Beile 16 Pfund *Hüftenknochen*, die man aus den Küchen geworfen hatte, zu Stücken von einem Zoll zerhacken, ſie in einen Keſſel mit ſiedendem Waſſer werfen, und darin ungefähr eine Viertelſtunde lang kochen. Alles Fett, welches aus den Knochenzellen keinen Ausgang gefunden hatte, ſchwamm nun auf der Brühe, und, wer ſollte es glauben? ich erhielt von dieſen Knochen, die man aufs Kehricht wirft, eine Talgſcheibe von 2 Pfund, alſo von einem Achttheile ihres Ge-

Gewichts. — Ich machte denselben Versuch mit 16 Pfund *Gelenkknochen*, die man auf dem Kehricht gesammelt hatte, und sie gaben mir eine schöne Fettscheibe von 4 Pfund, vom angenehmsten Geruche. — Wenn man also auch aus dem Knochengallert sich nichts machte, welchen Gewinn gäben nicht schon 25 Pfund Fett für 100 Pfund Knochen! Und dieses Fett ist kein Talg. Wird es oben vom Topfe genommen, so kann man es mit der Brühe vermischen, Gemüse und Ragouts damit kochen, es den Soldaten austheilen, und, wenn man will, es verkaufen, um die Kosten der Pulverung zu bestreiten.

Läſst man es einige Zeit der Luft ausgesetzt, so wird es consistent, und verwandelt sich in Talg, welcher zum Lichtziehen tauglich ist.

Hat man das Fett durch ein einziges Kochen heraus gezogen, so kann man die Knochen nach dem Trocknen zermalmen lassen, und dann besteht die ganze Kunst, den Gallert heraus zu ziehen, bloſs darin, daſs man 10 Pf. Knochenmehl mit 80 oder 100 Pf. Wasser, 4 St. lang in einem verzinnten kupfernen Topfe, der mit einem wohl schlieſsenden gedrängt gehenden Deckel versehen ist, kochen läſst, und mit dem Kochen inne hält, wenn die Brühe bis auf 50 oder 52 Pfund eingekocht ist, sind es nämlich Hüftenknochen, oder bis auf 44 Pfund, wenn es Rippen, Rückgrath und andere Knochen sind, damit das angegebene Verhältniſs von einer Unze trockenen Gallerts zu 31 Unzen Wasser Statt finde.

Dieser Bouillon, der im Sommer flüssig ist, wird im Winter von selbst fest. Wollte man ihn im Sommer als Gelee austheilen, so müsste man ihn nur ein wenig mehr einkochen lassen. Man muss ihn im Topfe lassen, bis er erkaltet ist, damit das Pulver Zeit habe, sich zu setzen. Will man Gallerttafeln machen, so läst man die Brühe stärker, als bis zur Syrupsdicke einkochen, giesst ihn dann in flache irdene oder zinnerne Schüssein, um aus jeder den Gallert als ein Stück heraus nehmen zu können, zerschneidet ihn in Tafeln, und läst ihn darauf in Netze trocknen. Dieses ist der Gallert, den ich mit dem Fleisch-Gelee verbinden möchte, um wahre Bouillontafeln zu machen. Jener würde diesem die Consistenz geben, die ihm mangelt, und die zur Dauer und zum Transport nöthig ist. Ausser unsern Kichererbsen, die einen mehligen, süssen und leicht zu trocknenden Extract geben, sind wenig Pflanzen zur Würze des Bouillons brauchbar, weil sie gröfsten Theils sehr simple Extracte geben, die Feuchtigkeit an sich ziehn, wie Kohl und Rüben, mit denen ich es versucht habe.

Man darf den Bouillon ja nicht in kupfernen Gefäsen aufbewahren, denn nichts greift sie schneller an als thierische Flüssigkeiten.

Das Pulvern der Knochen würde, wie man leicht einsieht, am besten auf Mühlen zu bewerkstelligen seyn: denn wollte jeder in seinem Hause Knochen mahlen, so würden die Bouillons eben so verschieden ausfallen, als das Brod, wenn jeder sein Korn selbst mahlen müste.

Anhang über den wirklichen Werth der Knochen aus den Fleischerbänken.

Man beklagt sich zwar wohl, wenn man auf 3 oder 4 Pfund Fleisch 1 Pfund Knochen vom Fleischer als Zulage nehmen muſs, läſst sich aber gewöhnlich damit tröſten, daſs wenigſtens die Brühe darnach beſſer werde. Ob man damit zufrieden ſeyn könne, dies habe ich unterſuchen wollen; denn, ob es gleich für den Reichen gleichgültig iſt, muſs doch dem Armen ſehr daran gelegen ſeyn, dieſes zu wiſſen.

Das gekochte Fleiſch macht auch für ſich eine Speiſe aus; die Knochen kann man nur auf Bouillon benutzen, und dann wirft man ſie weg. Enthielte daher ein Pfund Knochen gerade ſo viel Gallert, als ein Pfund Fleiſch, ſo würde der wirkliche Werth deſſelben dem Werthe der Brühe von einem Pfunde Fleiſch gleich ſeyn, und nicht mehr.

Es kömmt folglich hierbei auf den Werth des Fleiſch-Bouillons im Vergleiche mit dem des Fleiſches an.

Geſetzt, ein Pfund Fleiſch habe ein Pfund Brühe gegeben, und man laſſe einem Armen die Wahl, ob er das Fleiſch oder die Brühe nehmen wolle. Gewiſs würde er das Fleiſch nehmen, und ſelbſt, wenn man ihm ſtatt der Brühe die Hälfte des Fleiſches anbietet, greift er nach dem letztern. Legte man nur ein Viertel des Fleiſches neben den Bouillon, ſo dürfte er unentſchloſſen werden: für ſich allein möchte er wohl auch das Viertelpfund Fleiſch wählen; hat er aber Kinder, ſo zieht er gewiſs die

Brühe vor, weil er damit ſeiner Familie eine Suppe bereiten kann.

Nach dieſer natürlichen Vorausſetzung kann man, denk' ich, annehmen, daſs der Bouillon von einem Pfunde Fleiſch ſo viel werth iſt, als ein Viertel von dieſem Fleiſche; alle, die ich hierüber befragte, ſtimmten dieſer Meinung bei. Nun aber erhält man bei der gewöhnlichen Art, zu kochen, von ſolchem Bouillon, wovon 1 Pfund friſchen Fleiſches 1 Pfund giebt.

von 1 Pfunde	Unzen Bouillon
Schenkelknochen	1
Gelenkknochen	$2\frac{1}{2}$
Hüftknochen	$7\frac{1}{2}$
Rippen u. Wirbel	$5\frac{1}{2}$

Und da alle Knochen durch einander in den Topf kommen, können wir als Mittel 4 Unzen ſolchen Bouillons auf das Pfund rechnen. Bei dieſer Benutzung der Knochen iſt folglich die Brühe von 1 Pfunde Knochen nur $\frac{1}{4}$ ſo viel werth, als die von 1 Pfunde Fleiſch, und folglich, unſrer vorigen Schätzung gemäſs, nur $\frac{1}{16}$ ſo viel als das Fleiſch. Gölte alſo das Pfund Fleiſch 4 Groſchen, ſo würde die Brühe von dieſem Fleiſche 1 Gr. und die Brühe von einem Pf. Knochen nur 3 Pfennige, oder nur den 16ten Theil des Fleiſches werth ſeyn.

Wenn man dem Armen mit drei Pfund Fleiſch ein Pfund Knochen giebt, ſo erhält er wirklich nur 2 Pf. für 12 Groſchen, oder für 11 Gr. 9 Pf., wenn man für das Pfund Knochen die 3 Pfennige abrechnet, die ſie ihm in ſeiner Suppe wirklich werth ſind. Und genau betrachtet, giebt ihm ſein Pfund Knochen nicht einmahl für einen Dreier Brühe. Denn

um von den Knochen zu erhalten, was sie geben können, müßsten sie allein gekocht werden, weil das Fleisch schnell das Wasser sättigt, und also seine Wirkung auf die Knochen gerade so vermindert, wie bei Decocten aus Pflanzen von ungleicher Auflösbarkeit. *) Zudem bekommt der Arme selten von den grofsen Lendenknochen, die am meisten Mark und Gallert enthalten. Was bleibt ihm also als wahrer Werth der Zulage von einem Pfunde Knochen? Ein Dreier, oder gar nichts.

Es wäre ein Geschäft, das die Aufmerksamkeit einer Akademie verdiente, eine Einrichtung der Schlächtereien zu erfinden, die weniger drückend für den Armen wäre. Ich glaube immer, es ist eben so wenig recht, ein Pfund Knochen für ein Pfund Fleisch zu verkaufen, als es erlaubt seyn würde, mit einem vierpfündigen Brode ein Pfund Stroh als Beilage zu geben, unter dem Vorwande, dafs eins mit dem andern wächst.

*) Aus 15 Pfund Fleisch und 5 Pfund Knochen erhielt ich genau 1 Pfund Extract, der unfähig war, zu Gallerttafeln eingetrocknet zu werden. Das Fleisch nach dem Trocknen wog nur noch 10 Pfund, die Knochen hatten nichts an Gewicht verloren. Der silberne Napf, worin man den Bouillon abgeraucht hatte, wurde eben so stark von Schwefel geschwärzt, als wenn Milch oder Urin darin wäre abgedampft worden. Wie außerordentlich verschieden der Gehalt des Fleisches an Extract oder Gallert ist, erhellt aus meinen weiter oben angeführten Versuchen. *Pr.*

Nachtrag zu den vorigen Unterfuchungen über den Knochen-Bouillon;

vom

Profeffor Proust.

Aus einem Schreiben an den Herausgeber des *Journal de Phyfique*. *)

Erlauben Sie, mein Herr, dafs ich an Sie die Befchwerden richte, die ich genöthigt bin über den Herrn Cadet de Vaux, Verfaffer des Schriftchens über den Knochengallert, zu meinem nicht geringen Erftaunen und Mifsvergnügen, zu führen. Herr Cadet ift zu dem Alter gelangt, in welchem eine vernünftige Ehrbegierde nur nach verdientem Ruhme zu ftreben pflegt; warum zwingt er mich, ihn vor das Tribunal des Publicums zu fordern?

Das, was ich vor ihm über den Knochengallert bekannt gemacht habe, liegt vor den Augen aller Lefer Ihres phyfikalifchen Journals. Ich will alfo, um zu beweifen, dafs ich an meinem Eigenthume verletzt bin, hier nur die Stellen aus der Schrift des Herrn Cadet anführen, die zeigen, wie er fich fremdes Eigenthum anmafst, und mich, wer follte es glauben, zwingen, meine Rechte gegen feine Hunde zu behaupten.

„Ich habe nichts", fagt er, „zu den Verfuchen und Entdeckungen meiner Vorarbeiter hinzu gethan, als das Pulvern der Knochen: — das ein-

*) Zufammen gezogen aus dem *Journ. de Phyf.*, t. 59, p. 114. *d. H.*

zig mögliche Mittel, ihnen den ernährenden Stoff ohne Mühe zu entziehen. Diese Idee des Pulverns verdanke ich den Hunden; *sie* haben mir das Mittel gezeigt, den Gallert von den Knochen zu sondern, denn man muss gestehen, dass die Hunde die ersten Meister im Zermalmen sind."

„Der Hund ist es, der meine Meinung über die ernährende Eigenschaft der Knochen bestätigt hat; der Naturtrieb dieses Thiers hatte mir das Geheimniss der Natur entschleiert; derselbe Instinct musste auch meine Versuche leiten. Der Hund zermalmt, befeuchtet, zertheilt die Knochen; lasst uns auch die Knochen zermalmen, befeuchten, zertheilen."

„Das Pulvern ist das Mittel, dessen ich mich dazu bediene; aber dem Instinct des Hundes verdanke ich diese Idee; dem Hunde habe ich mit Bescheidenheit die Auflösung des Problems abgelauscht, die der Gegenstand meiner Arbeit ist; nämlich die ernährende Kraft der Knochen und das Pulvern derselben."

„Jedem sein Recht, von Papin's Genie an, bis auf den Naturtrieb des Hundes; mein Verdienst beschränkt sich auf die Beobachtung und die Einfachheit der Mittel."

„Um mich von der ernährenden Eigenschaft der Knochen zu überzeugen, liess ich meinen Hofhunden ihre Suppe zubereiten, und neben dem Troge einen Korb voll Knochen aufschütten; diese zogen sie der Suppe vor. Ich kam wieder nach Paris, überzeugt, dass von der Zertheilung der Knochen

das Gelingen des Gallertausziehens abhinge: der Verfuch war fchon gemacht, ich durfte nur ftatt des Hunde ahns eine Mörferkeule nehmen."

„Papin wollte aus dem Knochen-Gelee ein brauchbares Nahrungsmittel fchaffen; durch mich ift diefer Wunfch in Erfüllung gegangen: das Werk des Genies ift durch ein tiefes Gefühl der Menfchlichkeit vollendet worden. Papin fiel nicht darauf, die Knochen zu pulvern; er wollte den gordifchen Knoten auflöfen, ftatt ihn zu zerhauen."

„Die Gelehrten, die Menfchlichkeit, feufzten, diefe Mine von Nahrungsftoff nicht betreiben zu können. Noch einen Schritt, und fie waren am Ziele; es fehlte nur noch an der Idee, die Knochen zu pulvern. Diefes Problem ift nun aufgelöft. Etwas machen aus Nichts, ift das Bild der Schöpfung; nie hat man der Oekonomie ein ähnliches Gefchenk gemacht."

„Als in mir die Idee *entftand,* die Knochen zur Verbefferung des Unterhalts der Soldaten zu gebrauchen, u. f. w. Die Gefchichte des Pulverns ift das Ei des Columbus, u. f. w., u. f. w."

Man fieht nur zu deutlich in diefen Stellen, dafs Herr Cadet die Idee, den Unterhalt des Soldaten zu verbeffern, ohne Bedenken fich zueignet; auch in Rückficht auf die Mittel, diefes zu bewerkftelligen, *das Werk des Genies zu vollenden*, *das Problem des Pulverns aufzulöfen*, ift er den Männern, die ihm voran gegangen find, nichts fchuldig; den Hunden verfichert er feine Ideen über diefen Punkt

ausschliesslich zu verdanken; sie sind ihr Eigenthum, das er in jeder Zeile vertheidigt; und daran thut er recht, denn die Hunde haben ihm ja *das Geheimniss der Natur entschleiert*; sie allein haben ihn gelehrt, *aus Nichts Etwas zu machen*, — *ein Bild der Schöpfung*, wie er treffend bemerkt. O Menschheit, wie vielen Dank bist du so gelehrten Thieren nicht schuldig!

Gewiss, wenn die Hunde schreiben könnten, hätten sie schon längst ihr erstes Recht an der *Erfindung des Knochenzermalmens* in unsern Journalen darthun müssen: aber da sie diesen Punkt ihres Ruhms vernachlässigt, auch Herrn Cadet kein Zeugniss über den Unterricht, den er ihnen verdankt, ausgestellt haben; so wird es erlaubt seyn, uns in seiner Schrift nach andern Quellen umzusehen, aus denen er seine ernährenden Entdeckungen eben so gut hätte schöpfen können. Er sagt:

„Ich hatte noch nichts über diesen Gegenstand geschrieben, und hielt es für gerathen, Proust's Aufsatz nicht zu lesen, bis ich mit meinen Versuchen fertig, und mit ihren Resultaten ins Reine gekommen seyn würde; der Einfluss fremder Ideen fesselt und lähmt unsre Gedanken, besonders wenn ein berühmter Name seine Wirksamkeit noch verstärkt. Ich hätte dann wahrscheinlich meine Arbeit eher aufgegeben, und die Oekonomie hätte dabei verloren, da ich den Gegenstand aus einem andern Gesichtspunkte betrachtet habe."

Das wird ſich zeigen; ich frage Herrn Cadet auf ſein Gewiſſen. Geſetzt, Vauquelin hätte, während Klaproth's Aufſatz über das rothgültige Erz auf ſeinem Pulte lag, zu dem Publicum in Europa ſagen wollen: Ich hatte noch nichts über das rothgültige Erz geſchrieben, ich wollte darüber ſchreiben; und da der Einfluſs fremder Ideen unſre Gedanken feſſelt und lähmt, erlaubte ich mir nicht, jenen Aufſatz zu leſen, bis ich den meinigen würde bekannt gemacht haben, weil die Wiſſenſchaft dabei hätte verlieren können. Sagen Sie mir, Herr Cadet, was würde ganz Europa von Vauquelin's Achtung für fremdes Eigenthum gedacht haben? — — Wiſſen, daſs jemand mit uns dieſelbe Laufbahn betreten, und über denſelben Gegenſtand geſchrieben hat, ſogar ſeine Schrift bei der Hand haben, — und doch nicht geſtehen wollen, daſs wir ihm etwas verdanken!

Es iſt kindiſch und tadelnswerth, wenn man vorgiebt, man habe die Arbeit eines andern über denſelben Gegenſtand nicht benutzen wollen; denn erſtlich reinigt uns dieſe Verſicherung nicht vom Verdachte des Plagiats; und zweitens iſt es unſre Pflicht, vor allen Dingen unter dieſen Umſtänden von den Arbeiten anderer Notiz zu nehmen. Doch, was hindert mich, es gerade heraus zu ſagen: Herr Cadet fällt auf den Gedanken, den Unterhalt des Soldaten zu verbeſſern, ſchmeichelt ſich, zu den Reſultaten vorher gegangener Verſuche von andern die Erfindung des Knochenpulvers, *dieſen gordi-*

ſchen Knoten, den niemand vor ihm auflöſen konnte, dieſes allen andern unbekannte Land, *dieſes Ei des* Columbus, hinzu zu fügen; und gerade dient ihm vielleicht ein Theil des *Journ. de Phyſ.* beim Schreiben zur Unterlage, worin ſich eine Abhandlung von mir unter dem Titel findet: *Ueber die Mittel, den Unterhalt des Soldaten zu verbeſſern;* eine Abhandlung, durch welche er erfahren haben würde, daſs das *einzige Mittel, den ernährenden Stoff auszuziehen*, ſchon zehn Jahre vorher bekannt gemacht wurde. Hr. Cadet, der ſich nicht erlaubt, dieſe Abhandlung zu leſen, aus Furcht, ſie möchte *ſeine Einbildungskraft lähmen*, und der aus Neid ſchwach genug iſt, lieber ſeinen Hunden etwas öffentlich verdanken zu wollen, als ſeinen Brüdern, — das iſt wirklich am Horizonte der Humanität ein Phänomen, welches fähig wäre, auch die fertigſten Beifallklatſcher des Herrn Cadet durch Erſtaunen zu lähmen.

„Die Oekonomie", meint Hr. Cadet, „würde verloren haben, da nun der Gegenſtand von ihm aus einem andern Geſichtspunkte betrachtet worden ſey. Prouſt und ich ſtrebten beide nach demſelben Ziele, aber auf verſchiedenem Wege, ich auf dem kürzeſten, einfachſten, der die meiſten ökonomiſchen Gegenſtände umfaſst." „Bouillontafeln ſind das Reſultat von Prouſt's Verſuchen; ich gebe gepulverte Knochen ſtatt der Tafeln. Was will man dieſe Auflöſung verdunſten laſſen, um dem Gallert erſt die Tafelform zu geben, und ihn hernach wieder aufzulöſen?"

Hr. Cadet verspricht hier sehr viel, eine kürzere, viel anwendbarere Methode, und dann Pulver statt Tafeln. Ich will zuerst unsre Methoden vergleichen.

Im Jahre 1790 sammle ich Knochen, pulvere und koche sie, und erhalte Bouillon und Fett.

Im Jahre 1800, glaube ich, (denn sein Buch ist ohne Jahrszahl,) sammelt Herr Cadet Knochen, pulvert und kocht sie, und erhält Bouillon ohne Fett, denn nach seinen Vorschriften geht dieses gröfsten Theils verloren.

Wo ist denn hier sein neuer, kürzerer Weg, wo sind die Gesichtspunkte, die mehrere Gegenstände umfassen? Welch einen Verlust würde die öffentliche und Privatökonomie erlitten haben, wenn, zum Unglück der Nationen, Hr. Cadet meine Arbeit durchgelesen hätte, ehe er die seinige schrieb?

Ich soll Bouillontafeln geben statt des Bouillons, woraus man sie macht! Wie kann Herr Cadet so gegen die Wahrheit reden? Abgeschmackt wäre es von mir, wenn ich den Spitälern, den Kasernen und den Armen vorschlüge, aus Knochen Bouillontafeln, und dann aus diesen Tafeln Brühe zu bereiten. Was würde man von einem Bäcker sagen, der aus dem Mehle, womit er ein Spital oder eine Garnison versorgen sollte, statt frischen Brods Schiffszwieback machte? Der Mann, wird man sagen, ist nicht gescheut; und dieser Mann, macht Herr Cadet bekannt, sey Herr Proust; wenn wir auf dem festen Lande leben, was soll uns die

Seeprovision? ! „*Was mich betrifft, so prüfe ich, wie ein anderer Xenophon, Ihre Methode, und verfahre nach der meinigen, wenn sie mir besser scheint.* . .“ Sieh nach, Leser, ob ein Wort in meinem Aufsatze den Sinn hat, den Herr Cadet ihm unterschiebt. — — Soll man Bouillon? soll man Bouillontafeln geben? das sind zwei Fragen, die Herr Cadet aufwirft. Man nehme ihm diese beiden Fragen, und man nimmt ihm alles das Seinige im ganzen Buche, nimmt ihm allen Anlass, zu schreiben, — bloss zu schreiben, um dem Publicum zu sagen, dass er *das Werk des Genies vollendete*, indem er, zum Heil der Menschen, *den Kraft ersetzenden, lebenbeladenen Bouillon* entdeckte, *dass man von nun an mit der voluminösen Nahrung, die durch ihren Ballast den Magen des Dürftigen beschwert, die heilsame Substanz des Knochens verbinden müsse, der die Masse der öffentlichen Gesundheit vermehren, die Longävität verallgemeinern, die Zufälle der Epizootie, die Plagen der Theurung und des verzehrenden Krieges vermindern wird*, und dergleichen mehr.

„Aber,“ Sie sagen doch, „man soll die Bouillontafeln den Seeleuten geben!“ Freilich; denn wer wird sich mit Herrn Cadet überzeugen wollen, dass 5 Pfund Knochenpulver, die zwanzig Stunden durchgekocht werden müssen, auf der See den Bouillontafeln vorzuziehen seyn? Man höre Darcet; denn giebt es in der Schrift des Herrn Cadet eine richtig und genau bestimmte Thatsache,

so gehört sie solchen Männern, die in ihren Arbeiten *jenen Geiz nach chemischen Analysen* zeigen, den Herr Cadet stolz verschmäht. „Ein Pfund stark zerstossener und zermalmter Knochen gab 41 Unzen Gelee, nachdem es zwei Mahl 11 Stunden gekocht worden war.“ Das ist Bouillon, der *unter andern den Vortheil hat, nichts zu kosten!*

Herr Cadet verspricht uns Brühen, deren Kosten *gleich Null* sind; er zeigt uns indess durch seine Berechnungen und den Vortheil, den er vom Fett erwartet, dass er nicht die geringste Erfahrung über diesen Gegenstand hat. Mit Ausschluss der Hüften- und Gelenkknochen, wovon die ersten, wenn sie vor dem Pulvern zweckmässig bearbeitet werden, ein Achtel und die andern ein Viertel Fett geben, erhält man kein Fett von den Knochen; und vernachlässigt man die von mir empfohlne Methode, so ist dieses Fett, wie ich gezeigt habe, als solches nicht brauchbar. Herr Cadet, der sich meines Aufsatzes nach Gutdünken bemächtigt, und ohne Gnade meine Ideen und Vergleichungen verstümmelt und zu neuem Gebrauche entstellt, hat nicht einmahl den Sinn desselben verstanden. Er hat gesehen, dass ich den Werth meines Bouillons nach der Quantität von Tafeln abmass, die er getrocknet giebt, ein Vergleichungspunkt, dessen sich schon Geoffroy, (er hatte auch schon vor 70 Jahren das Glück, *den gordischen Knoten des Pulverns zu zerhauen,*) in seinen Aufsätzen über die Fleisch- und Knochenarten, in den Jahren 1730

und 32 bediente, und darnach glaubt Hr. Cadet, und will ſeine Leſer glauben machen, daſs die Bouillontafeln der einzige Zweck meiner Arbeit waren. So verwechſelt er Mittel und Zweck, und läſst mich etwas ſagen, das mir nie eingefallen iſt.

Herr Changeux, deſſen Name an eine Menge nützlicher Schriften im *Journal de Phyſique* erinnert, iſt dem Hrn. Cadet eine unbekannte Perſon; er ſuchte mein Citat in den Nationalbibliotheken, da doch ein jeder leicht darauf fallen konnte, daſs *Journ. philoſ.*, [S. 174,] ein Druckfehler iſt. Dieſer Herr Changeux, dem ich den Vorſchlag, die Knochen zu pulvern, zuſchreibe, — *eine Idee, die keine Thatſache, keine Erfahrung unterſtützte,* wie Herr Cadet de Vaux ſagt, — hat indeſs doch alles gethan, alle Verſuche mit dem Knochen-Bouillon gemacht. Hier einige ſeiner Folgerungen.

„Meiner Theorie zufolge iſt es leicht, die Thierknochen in ein vortreffliches Nahrungsmittel zu verwandeln und Brühen davon zu machen, die dem heilſamſten und delicateſten Bouillon von Muskeln und Fleiſch nicht nachſtehn. Dieſer für die Menſchheit wichtige Gegenſtand verdient eine fortgeſetzte Aufmerkſamkeit. — — Die Arzeneikunde kann aus dieſen Gelee's groſsen Nutzen ziehen, — beſonders wenn man ſie bei Erſchöpfungen, Erſchlaffungen, u. ſ. w., als reſtaurirende Mittel verordnet. — — Wie nützlich wäre es nicht für die Armen, wenn ſie die Knochen, die von den Tiſchen unſrer Plutus fallen, zu ihrem Unterhalte

noch brauchen könnten! Die schon gekochten sind nicht minder der von mir vorgeschlagenen Bearbeitung fähig." — Geben wir also dem Hrn. Changeux die Ehre, die ihm gebührt! *Gerade hier ist die Dankbarkeit in ihrem Glanze.*

Folgerungen.

Herr Cadet ist nur der vierte oder fünfte, *der auf den Gedanken gekommen ist, den Unterhalt des Soldaten durch das Pulvern der Knochen zu erleichtern.*

Es ist der Wahrheit nicht gemäss, dass der Verf. der Abhandlung, die Herr Cadet, wie er sagt, nicht lesen wollte, zum Gebrauche der Städte Bouillontafeln statt des Bouillons vorgeschlagen habe; höchstens für Seereisen hat er sie empfohlen.

Die *Vortrefflichkeit*, die unzähligen Vortheile, die hohe Vorzüglichkeit, welche Herr Cadet dem Knochen-Bouillon vor der Fleischbrühe, *diesem schwarzen, salzigen, strengen Safte*, beilegt, *der den Mund erhitzt, den Durst reizt, und in aller logischen Hinsicht dem erstern nachsteht*, — das sind Uebertreibungen, die Herr Cadet sich nicht hätte erlauben sollen, und die sich besser auf dem Gerüste eines Marktschreiers ausnehmen würden. Der Knochen-Bouillon hat freilich, als Nahrungsmittel, seinen Werth, aber nur für die Armen, deren erstes Bedürfniss es ist, den Hunger zu stillen; für den Wohlhabenden und selbst für den Handarbeiter, der noch ein Pfund Fleisch in seinen Topf thun

kann,

kann, ist er nicht, denn der Knochen-Bouillon verhält sich zur Fleischbrühe nicht anders, als ein Stück gekochter und gesalzener Kuhlunge zu einem guten Rinderbraten.

Geht Herr Cadet in sich, so wird er gestehen, dass seine Schrift ihn zwar als einen Bürger zeigt, den ein rühmlicher Eifer für die Ausbreitung nützlicher Kenntnisse beseelt, dass sie aber durchaus keine einzige eigne Entdeckung, und selbst nicht die geringste Erweiterung oder Verbesserung fremder Endeckungen enthält, durch die er berechtigt wäre, sich dem Genie Papin's und denen Männern beizugesellen, die Papin's Untersuchungen weiter geführt haben; noch weniger, zu sagen, was er in jeder Zeile wiederhohlt: „Nicht Papin, Geoffroy, Changeux, Darcet, Proust, — nein, *ich* habe diese neue Welt entdeckt."

Ich will also den Herrn Cadet bitten, dass er fortfahre, im Namen der Erfinder der *Verbesserung des Armenunterhalts* die Glückwünsche der gelehrten Gesellschaften, der Generale, der Präfecte, der deutschen Fürsten, u. s. w., anzunehmen, und sie verbindlich zu beantworten, wie bisher geschehen ist: nur sey er so gut, auf das Convolut dieser Correspondenz die Aufschrift zu setzen: *Fremde Angelegenheiten;* sonst möchte die Nachwelt, die alles an seinen Ort zu stellen weiss, auch ihm seinen gebührenden Platz anweisen.

VII.

Des Herrn Drs. van Marum *verbesserter papinianischer Topf zur Bereitung der Gallerte aus Knochen, und einige Versuche damit.* *)

Herr Dr. van Marum wählte zu seinem verbesserten Dampfdigestor geschlagenes Kupfer; er würde ihn, der grössern Wohlfeilheit wegen, lieber aus Eisen haben giessen lassen, hätte er darauf nicht zu lange warten müssen. Messing darf man dazu durchaus nicht nehmen. Der Topf selbst, (*a*, Taf. III, Fig. 4,) hat die Gestalt einer kleinen Branntweinblase, ist 19 Zoll tief, unten $11\frac{1}{2}$, oben $12\frac{1}{2}$ Zoll weit, und fasst 70 Pfund Wasser. Das Kupferblech ist inwendig verzinnt und durchgehends 0,2 Zoll dick; dabei hat der Topf hinreichende Festigkeit zu dem Zwecke, für welchen er bestimmt ist, nämlich das Fett und den Gallert aus den Knochen auszuziehen, ohne sie in einen Brei zu verwandeln, (wozu höhere Hitze nöthig ist, wobei aber der Gallert wegen der eingemengten Erdtheile ungeniessbar wird.) Den Topf noch dünner zu machen, würde gefährlich seyn. Der De-

*) Zusammen gezogen aus zwei Aufsätzen in der *Algemenen Konst-en Letterbode*, 1800, No. 364, u. 1801, No. 2, (Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 198, 245,) *vom Herausgeber.*

ckel *b b* wird mit 22 Schrauben *c*, *c* .. aufgeſchraubt; und da der Rand des Deckels und des Topfes genau eben geſchliffen ſind, ſo bedarf es nur eines Ringes aus dickem Schreibepapier zwiſchen beiden, damit ſie dampfdicht ſchlieſsen. Der Deckel endigt ſich zu oberſt in einen 3″ weiten und 2″ hohen Cylinder aus Meſſing, und in dieſen wird der kleinere Deckel *f* eingeſchraubt, deſſen eben geſchliffener Rand gleichfalls, wenn ein Ring aus Kartenpapier darunter gelegt wird, dampfdicht anſchlieſst. Damit ein eiſerner Schlüſſel mit viereckiger Oeffnung ſich hinauf ſchieben laſſe, iſt der obere Theil dieſes kleinern Deckels viereckig.

Mitten in dieſem kleinern Deckel befindet ſich das koniſche Sicherungsventil *i i*. Der Kegel deſſelben iſt dampfdicht eingeſchliffen, hat an ſeiner untern Fläche $\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmeſſer, und iſt oben mit zwei Stäbchen, (*q*, *q*, Fig. 5,) verſehen, in welche eine Feder von Kupfer *pp* eingenietet iſt. Dieſe Feder geht durch ein Loch des Hebels *K l*, (Fig. 4,) welcher beſtimmt iſt, den Kegel in die koniſche Oeffnung *i i* mit einer gewiſſen Kraft, aber doch frei herab zu preſſen, zu welchem Ende jenes Loch wenigſtens $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer haben muſs. Der kupferne Arm *m*, in welchem das Charnier des Hebels befindlich iſt, iſt an der einen Seite des meſſingenen Cylinders feſt gelöthet, und an der gegen über ſtehenden eine mit einer Gabel verſehene kupferne Stütze *n*, in welcher der Hebel ruht. Ein hölzerner Pflock, der durch ein Loch dieſer Gabel

$\frac{1}{8}$ Zoll über dem Hebel durchgesteckt ist, verhindert den Hebel, sich höher, als bis dahin, zu lüften. Ans Ende des Hebels wird ein Gewicht von 2 Pfund gehängt; und da die Mitte des Kegels vom Charnier um den sechsten Theil des Hebels absteht, so übt dieses auf den Kegel einen Druck von 12 Pfund aus; nach Herrn van Marum's Versuchen gerade der gehörige Druck für den Knochengallert. *) Früher hatte er dem Topfe einen flachen Deckel gegeben und auf diesem das Sicherungsventil angebracht, dabei entwich aber zu viel Dampf.

Der Digestor hängt in einem eisernen Ringe *u u*, dessen horizontaler Rand auf einem tragbaren chemischen Ofen ruht, für den er gemacht wurde. Nahe unter dem obern Rande ist ein eiserner Bügel

*) Da bei einem Barometerstande von 28 Zoll die Luft auf 1 rheinl. Quadratzoll Fläche mit einer Kraft von $14\frac{1}{2}$ Pfund drückt, eine Kreisfläche von $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser aber 0,307 Quadratzoll beträgt, so müssen die Dämpfe gegen das Ventil wenigstens einen 2,7 Mahl grössern Druck als die Atmosphäre ausüben, ehe sie es zu öffnen vermögen, schon wenn das massive Stück des Ventils cylindrisch wäre. Da es konisch ist, so wird dazu noch so viel mehr Kraft erfordert, als nöthig ist, den Ueberschuss des Luftdrucks auf die obere Fläche des Kegels über den auf die untere Fläche zu überwinden, und das würde bei einer Gestalt, wie sie Fig. 5 zeigt, (die ich aber nicht für richtig gezeichnet halte,) noch etwas sehr Bedeutendes seyn.

d. H.

s, *s* angebracht, an welchem ſich 2 Henkel oder Handhaben *t*, *t* befinden. Soll der Topf nach vollendetem Kochen ausgeleert werden, ſo hängt man ihn an zwei Federn, (Achſen?) die in Löcher der Handhaben paſſen, zwiſchen zwei Säulen, die auf einem Fuſsgeſtelle ſtehn, hebt den Hebel und den Kegel des Ventils ab, ſchiebt einen mit einem Handgriffe verſehenen Ring aus ſtarkem Eiſendraht auf den untern Theil des Topfes, und kehrt ihn vermittelſt deſſelben um; und in dieſer Lage wird der Topf dadurch erhalten, daſs er ſich gegen eine Querleiſte lehnt, die auf zwei Säulen des Fuſsgeſtelles liegt. Die kleine kupferne Platte *w*, welche durch vier Stiftchen *v*, *v* am Deckel befeſtigt iſt, verhindert, daſs beim Umwenden die Knochen nicht die Oeffnung des Deckels verſtopfen, indeſs zwiſchen ihrem Rande und dem Topfe Raum genug zum Ablaufen der Flüſſigkeiten bleibt.

Dieſer Digeſtor hat zwar noch manche Fehler, die Herr Dr. van Marum bei einem neuen zu vermeiden hoffte; es zeigte ſich aber, daſs er auch ſo ſchon von geſchickten Arbeitern bequem regiert werden konnte. Es kommt vorzüglich darauf an, daſs man das Waſſer nicht zu ſtark erhitze, weil ſonſt zu viel Dampf aus dem Ventile entweicht, und der Verluſt zu groſs wird. So bald etwas Dampf aus dem Ventile bläſt, muſs ſogleich das Feuer gemäſsigt werden; denn dieſes iſt ein Zeichen, daſs der Topf hinreichende Hitze hat.

Herr Dr. van Marum erhielt in diesem Topfe bei dem ersten Versuche aus 16 Pfund Rinderknochen, die er zwei Mahl, jedes Mahl zwei Stunden lang, das erste Mahl mit 42 Pfund Wasser und 1 Pf. Salz, das zweite Mahl mit 28 Pf. Wasser und 10 Loth Salz kochen liess, das erste Mahl $2\frac{1}{2}$ Pfund Fett und $38\frac{1}{2}$ Pf. Gallert, das zweite Mahl $23\frac{1}{2}$ Pf. Gallert, welches nach dem Erkalten zwar nicht so steif als das erste wurde, aber nicht minder kräftig schmeckte. Ein geübter Arbeiter erhielt bei dem zweiten ganz ähnlichen Versuche aus 16 Pf. Rinderknochen bei ganz mässigem Feuer 40 und 26 Pf. Gallert. *)

*) Hr. Geheimerath Hermbstädt in Berlin erhielt bei einem Versuche, den er im October 1803 in einem papinianischen Topfe von ähnlicher Einrichtung als der van Marum'sche, mit Knochen eines eben geschlachteten Ochsen anstellte, folgende Resultate. Es kamen in den Topf 20 Pf. Röhren- und Schenkelknochen in mässige Stücke zerhackt, und 56 Pf. Flusswasser; nach 1 Stunde gerieth die Masse in Kochen und $1\frac{1}{2}$ Stunden wurde sie darin erhalten. Nach dem Erkalten goss man die Flüssigkeit, die einem gewöhnlichen Bouillon glich, und mit flüssigem gelben Fett bedeckt war, in steinerne Geschirre. Das Fett hatte am andern Tage Farbe und Consistenz einer weichen gelben Butter angenommen, war wohlschmeckend und wog $2\frac{1}{4}$ Pf.; die Brühe hatte zum spec. Gewichte 1,055 und wog 52 Pfund; die Knochen waren so mürbe, dass sie sich zwischen den Fingern zerdrücken liessen. Nach einem zweiten Kochen wiederum mit 52 Pf.

Die Absicht, warum Hr. Dr. van Marum den Knochengallert bereitete, war, ihn zu einer mög-

Wasser, gaben sie noch 8 Loth Fett und 52 Pf. einer weit minder kräftigen Brühe vom spec. Gewichte 1,025. Die Knochen waren noch weit mürber als zuvor, hatten eine fast erdige Beschaffenheit, und wogen noch nass 11 Pfund. Sie wurden nun gröblich gepulvert und ein drittes Mahl mit 20 Pfund Wasser $1\frac{1}{2}$ Stunden lang gekocht: dadurch verwandelten sie sich in einen Brei; die Brühe zeigte keine Spur von Fett und nur leichte Spuren von Gallert. Vier Pf. des Knochen-Bouillons in einer flachen Schüssel bei 80° Wärme völlig ausgetrocknet, liessen etwas über 6 Loth eines meist durchsichtigen trockenen Gallerts von kräftigem und angenehmen Geschmack zurück; das würde auf alle 104 Pf. Brühe, 4 Pf. 26 Loth trockenen Gallerts machen. Hr. Hermbstädt schliesst daraus, dass 20 Pfund Röhren- und Schenkelknochen eines Ochsen bestehn aus

11	Pf.	erdigen Theilen
$2\frac{1}{2}$	—	Fett
$4\frac{11}{16}$	—	trock. Gallerts
$1\frac{11}{16}$	—	wässerig. Theile

Dieses ist des Gallerts verhältnissmäsig um ein Drittel mehr, als Proust selbst aus den Gelenkknochen erhielt, die daran am ergiebigsten waren. Sollte Proust seinen Gallert mehr eingetrocknet haben? und sollte der Gallert in den Knochen wirklich mit so vielen wässerigen Theilen verbunden seyn, als es nach diesen Folgerungen scheint? Fourcroy und Vauquelin, welche die Ochsenknochen auf den Gehalt an erdigen Bestandtheilen untersuchten, geben den Gallert sogar auf 0,51, und die erdigen Bestandthei-

lichſt kräftigen und nahrhaften Speiſe für Arme, nach Art der Rumford'ſchen Suppen zu benutzen,

le auf 0,49 des ganzen Gewichtes an, (*Ann.*, XV, 482;) Abweichungen, welche vielleicht darauf beruhen, daſs ſie nichts für das Kryſtalliſationswaſſer rechnen, und alles, was nicht erdiges Salz iſt, für Gallert genommen haben, ob es gleich aus Fett, Gallert und Waſſer beſteht.

Nach ähnlichen Verſuchen gaben Herrn Hermbſtädt 52 Pfund Knochen von ſchon gekochten Ochſenköpfen und Füſsen $1\frac{3}{4}$ Pfund völlig waſſerloſes Fett, ſehr angenehm ſchmeckend, und 9 Pf. $18\frac{1}{2}$ Loth völlig trockenen Gallerts. Ferner 20 Pf. friſcher *Hammelknochen*, (Röhren- und Rippen,) $1\frac{1}{4}$ Pf. feſten Fettes und 5 Pf. 5 L. trockenen Gallerts, von minder gutem Geſchmacke als der Rindsgallert. Endlich 20 Pf. *Schweineknochen*, 9 L. ſchmierigen Fettes und 4 Pf. trockenen Gallerts; die letztern Knochen waren auch nach zweimahligem Auskochen feſt und mit Fett durchdrungen.

Herr Hermbſtädt fand, daſs die Bouillontafeln vorzüglich gut wurden, wenn er die Brühe vor dem Abdampfen mit etwas gelben Rüben, geröſtetem Brode, Salz und Gewürzen abgekocht hatte. In gut verſchloſſenen Gefäſsen laſſen ſie ſich Jahre lang erhalten. — Von einer Suppe, die Hr. Hermbſtädt aus dem flüſſigen Gallert und Fett, welche er aus 20 Pf. Ochſenknochen erhalten hatte, mit Kartoffeln, gelben Rüben, Graupen und andern Vegetabilien, 2 Thlr. 2 Gr. an Werth, kochen lieſs, erhielt von 156 Armen jeder eine Portion von 2 Pf. 20 Loth. Bei zweimahligem Kochen waren 35 Pf. Holz verbrannt worden. *d. H.*

welches Graf Rumford selbst, wohl nur aus dem Grunde nicht gethan hatte, weil er die Mittel, den Knochengallert zu bereiten, für zu kostspielig gehalten haben mochte. Da nach den Rumford'schen Versuchen Gerstenmehl der nährendste Pflanzenstoff ist, der sich zur Suppenbereitung benutzen läfst, (3 bis 4 Mahl nährender wie Weizenmehl,) so fetzte Herr Dr. van Marum seine Suppe für Arme folgender Mafsen zusammen, aus

8 Pf. Rindsgallert, von 2 Pf. Knochen mit 2 Unzen Salz gekocht,
8 Pfund Gerstenbrei aus ½ Pfund Gerstenmehl, und
8 Pf. Kartoffelbrei aus 6 Pf. gekochten u. zerriebenen Kartoffeln.

Sie wird noch schmackhafter, fügt man ihr Zwiebeln und in Knochenfett gebratene und mit etwas Waffer gekochte Brodschnitzchen zu, oder zur Abwechselung gut zerschnittene Kräuter, Kohl, Rüben, Wurzeln, u. dgl. Man vermischt das halbe Pf. Gerstenmehl mit 2 Pf. kalten Waffers, giefst es dann, unter beständigem Umrühren, in 6 Pf. kochenden Waffers, und rührt so lange um, bis die Maffe wohl kocht; dann ist der Brei fertig. Da 20 Unzen von dieser Marum'schen Suppe für die Person nicht hinzureichen schienen, so räth Hr. Dr. van Marum, die Portion auf 2 Pfund zu erhöhen. Alle, die diese Suppe gekostet hätten, bezeugten Herrn van Marum einstimmig, sie sey von sehr gutem Geschmack. Er berechnet die Kosten einer Portion von 2 Pf. in Haarlem auf höchstens 7 Deut.

VIII.

FERNERE AUFSCHLÜSSE,

über

des Prof. Pacchiani *vermeintliche Entdeckung der Natur der Salzsäure.*

1. *Versuche zur Prüfung dieser Entdeckung, angestellt in der galvani'schen Societät zu Paris,*

von

Riffaut,

Administrator des Pulver- und Salpeterwesens. *)

Die galvani'sche Societät hatte aus dem Briefe des Hrn. Pacchiani in Pisa an den Auditor Pignotti ersehn, dass er Salzsäure durch Entziehung von Sauerstoff aus dem Wasser erhalten haben will. Sie beschloss sogleich, darüber eine Reihe von Versuchen zu unternehmen, um eine für die Naturkunde so wichtige Sache auf das Reine zu bringen. Ueber die Art und die Folge seiner Versuche hatte Herr Pacchiani in jenem Briefe weiter keinen Aufschluss gegeben, als dass er sich der galvani'schen Säule bedient habe. Die Societät suchte ihre Ver-

*) Zusammen gezogen aus dem *Journal de Phys.*, t. 61, p. 281, und den *Annales de Chimie*, (Nov., 1805,) t. 56, p. 162. *d. H.*

ſuche mit derſelben auf eine Art anzuſtellen, welche die Reſultate, wo möglich, gegen alle Einwendungen ſichern ſollte. Zwei dieſer Verſuche haben zu Reſultaten geführt, welche ſie der Aufmerkſamkeit für vorzüglich werth hält. Es ſind folgende:

Erſter Verſuch. Ein 3 Zoll langes Stück einer neuen, 4 Linien weiten Glasröhre wurde am einen Ende vor der Lampe zugeſchmelzt; am andern Ende ſchmelzte man ein in Form einer Entbindungsröhre gekrümmtes Haarröhrchen an, und zog an den Seitenwänden, in gleichem Abſtande vom Haarröhrchen, zwei Spitzen aus, durch die man zwei Stückchen Golddraht von $\frac{1}{4}$ Linie Durchmeſſer und 0,976 Feinheit in das Innere brachte. Beide Drähte gingen, ohne irgend wo ſich oder die Glasröhre zu berühren, bis nahe an das untere Ende der Röhre hinab, und wurden vor der Lampe in den ausgezogenen Spitzen eingeſchmelzt. Man füllte die Röhre ſammt dem Haarröhrchen voll deſtillirten Waſſers, das mit ſalpeterſaurem Silber ſich nicht im mindeſten trübte, und befeſtigte dann den Apparat mit Wachs auf ein Stück Eis, welches auf die Mitte einer horizontalen galvani'ſchen Säule geſetzt wurde. Dieſe Säule beſtand aus 52 Paaren quadratförmiger Platten, jede von 4 Zoll Seite, welche durch Lederſtücke getrennt wurden, die zwiſchen ihnen Zellen bildeten, in denen ſich feiner und ſehr reiner Sand befand, welcher mit Kochſalzwaſſer angefeuchtet war. Das Haarröhr-

chen ging in eine Art pneumatiſcher Wanne unter eine mit Waſſer gefüllte Glocke.

So bald die beiden Golddrähte mit den Enden der Säule in leitende Verbindung geſetzt wurden, erhoben ſich von den Spitzen der Drähte ſehr ſichtliche fadenartige Ströme von Gasblaſen, und zwar in ſehr viel gröſserer Menge von der Spitze des Kupferpols. Dieſe Gasentbindung dauerte ununterbrochen fort vom 27ſten Julius bis zum 11ten Auguſt. Am letztern Tage wurde der Sand in den Zellen aufs neue mit Kochſalzwaſſer begoſſen; die Gasentbindung hielt darauf völlig inne, fing aber ſehr bald wieder an, und das war bei jeder andern Unterbrechung der Fall, ſo bald man die Drähte, welche den Apparat mit den Polen der Säule verbanden, hin und her bewegte. Immer zeigte ſich die Säule um 4 Uhr Nachmittags am wirkſamſten, dann nahm ſie an Wirkſamkeit ab. Am 29ſten Auguſt wurde der Apparat aus einander genommen, nachdem der Verſuch 34 Tage lang gedauert, und die Gasentbindung ſo gut als ununterbrochen dieſe ganze Zeit über gewährt hatte. Ueber die Hälfte des Waſſers war nun verſchwunden, der Ueberreſt hatte indeſs nichts an Klarheit verloren. Die Enden der Golddrähte, da, wo das Gas an ihnen ſich entbunden hatte, waren oxydirt, der Draht vom Zinkende jedoch merklicher als der andere. Während der ganzen Dauer des Verſuchs waren ungefähr 40 Kubikzoll Gas übergegangen.

Man untersuchte nun die Flüssigkeit, welche in der Röhre zurück geblieben war. Sie hatte nicht den mindesten Geschmack, wirkte weder auf Lackmuss-, noch auf Fernambuktinctur, und zeigte mit salpetersaurer Silberauflösung auch nicht die geringste Trübung. Darauf wurde das übergegangene Gas geprüft. Salpetergas, das ausdrücklich zu diesem Versuche entbunden worden war, gab, als man 1 Maass desselben im Fontana'schen Eudiometer zu 1 Maass das Gas steigen liess, eine Absorption von $\frac{77}{200}$ des Ganzen, und ein zweites Maass bewirkte darin weiter keine Raumverminderung. Auf dieselbe Art zu 1 Maass atmosphärischer Luft hinzu gelassen, verminderten sich beide mit einander um $\frac{55}{200}$ von zwei Maass. Da nun die atmosphärische Luft 0,22 (?) Sauerstoffgas enthält, so müsste hiernach das Gas der Säule $\frac{77}{55}.0,22$, das ist, nicht ganz zu 0,31, aus Sauerstoffgas bestehen. Es wurde die Bemerkung gemacht, da man beide Gasarten, eine nach der andern, habe in die Röhre steigen lassen, so wäre es möglich, dass beide sich nicht völlig durchdrungen und vollständig verschluckt hätten. Man wiederhohlte daher diese Versuche mit der Abänderung, dass man beide Maass Gas erst in eine Glocke steigen, und darin sich verschlucken liess, und dann erst sie in die Maassröhre brachte. Nun gab das Gas der Säule eine Absorption von $\frac{92}{200}$ und die atmosphärische Luft von $\frac{68}{200}$ des Ganzen; und dies zeigt also 0,30 Sauerstoffgas im Gas der Säule an. — Endlich wurden hinter einander 1, 2, 3, 4 Maass

vom Gas der Säule im voltaischen Eudiometer detonirt; jedes Mahl erfolgte eine Absorption, welche einen Gehalt des Gas von ungefähr 0,30 an Sauerstoffgas anzeigte.

Zweiter Versuch. In eine *V*-förmig gebogene Glasröhre wurden 38 Grains destillirten Wassers gethan, und darin zwei Stück Golddraht, wie man ihn zu Kauf findet, [vergoldeter Silberdraht,] jedes $\frac{1}{10}$ Linie dick, befestigt, so dass ihre Spitzen um $2\frac{1}{2}$ Linie von einander entfernt blieben. Wir setzten diese Röhre auf eine horizontale Säule aus 50 Paar quadratförmigen Platten, von 3 Zoll Seite, deren Zellen mit feinem Sande gefüllt waren, und mit Flusswasser, dem wir $\frac{1}{60}$ Salpetersäure beimischten, begossen wurden. Die Säule blieb in Wirksamkeit vom 17ten Julius bis zum 28sten Aug., und zeigte noch am letzten Tage, an dem von einem Mitgliede der Societät verbesserten Maréchaux'schen Mikro-Electrometer eine Spannung von 840°. Noch am ersten Tage nach geschlossener Kette nahm das Wasser an der Kupferseite einen röthlich-braunen Teint an, und der Golddraht des Kupferendes bezog sich mit einer Lage dunkelbraunen Goldoxyds; der Golddraht des Zinkendes nahm diese Farbe nicht an. Allmählig wurde das Gold aufgelöst, und präcipitirte sich, zugleich mit einem Antheile Silber; durch eine Loupe betrachtet, zeigte sich der Niederschlag fast in der ganzen Länge der Röhre in nadelförmigen Krystallen. Der Draht der Zinkseite hatte seinen ganzen Ueberzug von Gold verlo-

ren, und man fah hier nur noch einen Silberdraht von höchfter Dünne. An beiden Spitzen hatte fich nur äufserft wenig Gas entbunden. Das Waffer hatte fich nicht um $\frac{1}{5}$ vermindert, und zeigte mit verfchiedenen Reagentien geprüft, keine Spur von Säure; nur hatte es einen metallifchen Gefchmack.

Bringt man den Sauerftoff mit in Anfchlag, welcher im erften Verfuche zu der geringen Oxydirung des Golddrahts verwendet wurde, fo laffe fich, glaubt die galvani'fche Societät, der Gehalt des Gas der Säule an Sauerftoffgas auf 0,31 fchätzen. Da diefes nun fehr nahe daffelbe Verhältnifs ift, worin das Sauerftoffgas bei der Bildung von Waffer mit eintritt, fo glaubt die Societät, aus diefem Verfuche fchliefsen zu dürfen, dafs die *einzige* Wirkung der galvani'fchen Säule auf das Waffer, während der ganzen Dauer des Verfuchs, darin beftanden habe, einen Theil des angewendeten Waffers zu zerfetzen, und das Sauerftoffgas und Wafferftoffgas, aus denen es beftand, in ihrer urfprünglichen Reinheit zu trennen.

Die Societät ift daher der Meinung, dafs Herr Pacchiani *fich getäufcht habe*, was die Säure betrifft, die er erhalten zu haben behauptet, oder dafs diefe Säure von einer thierifchen oder vegetabilifchen Materie herrühre, deren er fich vielleicht in feinem Apparate bedient hat. Und fie nimmt keinen Anftand, zu erklären, dafs fie es für unmöglich hält, mit dem Apparate, den fie als den einfachften und vor fremden Einwirkungen am mei-

ſten ſichernden gewählt hat, irgend etwas anderes durch die galvani'ſche Säule zu bewirken, als mehr oder weniger von dem Waſſer zu zerſetzen, das man dem Verſuche unterwirft.

---

2. *Aus einem Briefe der Herren* P. Cioni *und* P. Petrini *an den Profeſſor* Pacchiani *in Piſa.*

Piſtoja den 4ten Sept. 1805. *)

— — Als der Prof. Simon die Wirkung des poſitiven Pols der electriſchen Säule unter Waſſer iſolirte, und zum Reſultate der Analyſe Sauerſtoffgas und eine Säure erhielt; als er an dieſer Säure alle Charaktere der Salzſäure wahrnahm, vermuthete er, ſie könne durch die Muskelfaſer erzeugt ſeyn, deren er ſich ſtatt des mit dem negativen Pole der Säule communicirenden Drahts bedient hatte, und er ging nicht ſo weit, zu denken, daſs er zu einem neuen, intereſſanten Reſultate gelangt ſey, welches mit den lichtvolleſten Thatſachen der pneumatiſchen

*) Eine franzöſiſche Ueberſetzung dieſes Briefs ſteht in den *Annales de Chimie*, t. 56, (Dec. 1803,) p. 269. Der Leſer wird an dem folgenden, ſo weit es möglich war, wörtlich überſetzten Bruchſtücke deſſelben genug haben. Je miſslicher es mit einer Entdeckung ausſieht, deſto mehr bedarf ſie es freilich, daſs man ſie geltend zu machen wiſſe; eine Kunſt, welche man auch in Italien recht wohl zu verſtehen ſcheint. *d. H.*

matischen Chemie so gut überein stimme. *) Bewundert man auf der einen Seite Geister, welche beinahe dahin gekommen sind, die Kette zu erreichen, die bestimmt ist, Wahrheiten zu verknüpfen, welche eine aus schon bekannten Thatsachen entspringende Reihe bilden; so ist man auf der andern Seite noch mehr verwundert, zu sehen, dass sie plötzlich stehen bleiben, und sich eine Entdeckung entgehen lassen, die sie im Begriffe waren zu ergreifen.

Ihnen war es vorbehalten, hochgeehrtester Freund, diese Thatsachen zu befragen, und ihre Sprache zu verstehen. Eine isolirte Masse Wasser, welche unmittelbar oder durch Vermittelung eines Leiters zweiter Klasse mit dem negativen Pole der Säule verbunden ist, konnte nur Sauerstoff verlieren; Sie nehmen diesen Versuch wieder auf, der unter Ihren Händen das Verdienst der Neuheit erlangt, weil noch kein Physiker ihn aus dem wahren Gesichtspunkte betrachtet hatte; und Sie stellen die neue und wichtige Wahrheit auf, dass der Wasserstoff verschiedener Grade von Oxygenation fähig ist. Indem Sie von dieser Thatsache ausgingen, hat der

*) Hr. Prof. Simon in Berlin, jetzt geheimer Oberbaurath, hatte seine scharfsinnigen und wichtigen Versuche in diesen *Annalen*, VIII, 36, und IX, 385, bekannt gemacht. Möge der Dienst diesen so vorzüglich geschickten und glücklichen, und vormahls so eifrigen Experimentator, der Wissenschaft nicht ganz entziehen! *d. H.*

Kreis Ihrer Versuche den Gang der Analysen vorgezeichnet. Die Entdeckung der Natur der Salzsäure musste mit der der verschiedenen Oxygenationsgrade des Wasserstoffs zusammen fallen.

Nach dem, was einer der berühmtesten Chemiker Europa's über die Phänomene der Verbindung mit dem Sauerstoffe sagt, darf man sich nicht mehr wundern, in Ihren Versuchen den Wasserstoff dadurch, dass er einen Theil des ihn sättigenden Sauerstoffs fahren läſst, in den Zustand einer Säure übergehen zu sehen. *) Wir können nicht umhin, und hierin huldigen wir der Wahrheit; Ihren Ideen über die Zerlegung des Wassers vermittelst des Electromotors völlig beizutreten; sie scheinen uns zu genau mit den lichtvollen Grundsätzen der chemischen Statik zusammen zu stimmen, als dass man auch nur einen Augenblick an ihnen zweifeln könnte. — —

---

*) Die Verfasser setzen hierbei eine Stelle aus Berthollet's bekanntem Werke her, wo gesagt wird, dass, da keine andere Substanz so viel Sauerstoff mit sich zu vereinigen vermöge, als der Wasserstoff, und dieser den Sauerstoff völlig neutralisire, es nicht auf die Menge des Sauerstoffs ankommen könne, womit sich ein verbrennlicher Körper verbindet, ob er zur Säure werde. *(Ces faits prouvent que la propriété acide, qui consiste à saturer des quantités déterminées d'alcali, n'est point proportionelle à la quantité d'oxigène qui se combine avec une base; mais que plus il se trouve condensé, plus forte*

3. *Dritter Brief des Prof.* **Pacchiani** *an* **Fabroni**, *Director des Museums zu Florenz.*

Pisa den 9ten Julius 1805.

Die so abweichenden und so mannigfaltigen Wege, welche von den berühmtesten Physikern eingeschlagen wurden, um die Wasserzersetzungsversuche an der voltaischen Säule zu erklären, und die dabei obwaltenden Schwierigkeiten zu heben, zeigen deutlich genug, theuerster Kollege und Freund, dass man bis jetzt in dieser Sache von Grundsätzen ausging, die bei weitem nicht ein unmittelbares Resultat von treu beobachteten Thatsachen waren, die man, abgesehen von jeder vorgefassten Meinung, in die Sprache der Wissenschaft übergetragen hätte.

Hypothesen, wenn sie nach einer richtigen Analogie entstanden sind, und den Geist des philosophischen Beobachters nicht aus der ruhigen Fassung bringen, sind allerdings sehr schätzbare Hülfsmittel bei der schwierigen Forschung nach Wahr-

par conséquent, est l'action qu'il éprouve, moins il donne d'acidité à quantité égale, parceque la propriété acide qu'il communique par son affinité qui reste libre, se trouve diminuée en raison de cette action.) Was **Berthollet** hier offenbar in Beziehung auf *verschiedene* verbrennliche Körper bemerkt, das verstehn die Verfasser von Verbindungen des Sauerstoffs mit einem und demselben verbrennlichen Körper, und so, meinen sie denn, stimme es ganz mit **Berthollet** überein, dass, indem dem Wasser Sauerstoff entzogen werde, der Wasserstoff zur Säure werden könne! *d. H.*

hest. So bald sie aber mit ausgezeichneter Vorliebe gehegt werden, so bald sie voreilig für unumstöss-liche und ausschliessend herrschende Principien gehalten werden, sind sie weit entfernt; den Gang der Untersuchungen zu befördern; sie lähmen vielmehr den Geist so, dass ihm die Aufflüge, ohne welche erhabene und reichhaltige Wahrheiten nicht erreicht werden können, unmöglich werden.

In meinem zweiten Briefe an Sie *) habe ich mich deutlich genug über die Mittel erklärt, die ich anwende, um den Resultaten, die mein Schreiben an Hrn. Auditor Lorenzo Pignotti **) ankündigte, zur möglichsten Allgemeinheit zu erheben. Ich bewies, dass nicht nur das Gold, sondern auch alle Metalle und Metallgemische, so wie überhaupt alle Substanzen, die bei Einwirkung eines hinlänglich starken electrischen Stroms das Wasser so zersetzen, dass sie reines Sauerstoffgas davon abscheiden, zugleich auch die Eigenschaft besitzen, dasselbe Wasser in oxygenirte Salzsäure zu verwandeln.

Diese Umwandlung, diese Metamorphose des Wassers in oxygenirte Salzsäure erregt die Bewun-

*) Die Uebersetzung desselben haben die Leser in den *Annalen*, XXI, 113, erhalten. Eine Abschrift des Originals dieses dritten Briefs verdanke ich wiederum Herrn Dr. Castberg, die Verdeutschung desselben Herrn Prof. Erman in Berlin.
d. H.

**) *Annalen*, XXI, 108. *d. H.*

derung des philosophischen Beobachters, der die Wichtigkeit der daraus zu ziehenden Folgerungen einsieht; sie erzeugt Misstrauen bei denjenigen, die die vollständige Verkettung der verwandten Thatsachen und Ideen nicht zu umfassen wissen; ja, sie findet nur Unglauben bei denen, die den Versuch ohne Erfolg wiederhohlten, weil sie ihn ohne gehörige Einsicht einleiteten.

Sie wissen, dass ich mich seit langer Zeit mit diesem Gegenstande beschäftige; Sie wissen auch, dass dieses Resultat nur ein Bruchstück ist von einem viel umfassendern Ihnen mitgetheilten Plane, nach dem ich gearbeitet habe; und den ich gleich anfänglich dem Cavagliere Vittorio Fossombroni ganz umständlich aus einander setzte, um die Einsichten eines so gründlichen hell denkenden Mannes dabei zu benutzen. Haben wohl aber alle die Physiker, die meine Versuche nachzuahmen trachteten, oben erwähnte Briefe mit vollkommener Unbefangenheit gelesen, und waren sie von jedem Einflusse der früher angenommenen Hypothesen durchaus befreit? Sind sie auch ganz genau der Vorschrift gefolgt, die ich in diesen Briefen dem Experimentator gab? Bestimmt nicht.

Dass ich bei dieser Verneinung die Wahrheit für mich habe, ergiebt sich daraus, dass mehrere Physiker von grossem Namen und Verdienste, der ausdrücklichen Vorschrift meiner Briefe ganz zuwider, in eine und dieselbe Gasröhre die zwei Drähte geleitet haben, deren einer mit dem positiven, der

andere mit dem negativen Pole der Säule in Berührung war. Wie war es möglich, da die Verwandlung des Waſſers in oxygenirte Salzſäure zu erhalten? Es iſt ja Thatſache, als Elementargrundſatz aufgeſtellte Thatſache, daſs der poſitive Polardraht reines Sauerſtoffgas giebt, während der negative Polardraht eben ſo reines Waſſerſtoffgas entwickelt. Es iſt ebenfalls eine zur Dignität eines Grundſatzes erhobene Thatſache, daſs dieſe Gasarten genau in demſelben Verhältniſſe zum Vorſchein kommen, in welchem ſie ſeyn müſſen, um nach Verluſt ihrer Expanſion eine Waſſermenge darzuſtellen, die durchaus dem Gewichte der geſammten Gasmenge gleich iſt. Wenn dem ſo iſt, wie kann man erwarten, daſs unter ſolchen Umſtänden das zerlegte Waſſer je ſich in oxygenirte Salzſäure verwandeln werde? Doch gehen wir einen Schritt weiter; Waſſertheilchen, die durch Berührung des poſitiven Polardrahts etwas von ihrem Sauerſtoffe verloren haben, und nun in dieſem Zuſtande zurück bleiben ohne ſich zu expandiren, müſſen doch wohl nothwendig durch den Drang der wechſelſeitigen Verwandtſchaft ſich augenblicklich mit denjenigen Theilchen verbinden, die am negativen Drahte einen correſpondirenden Antheil Waſſerſtoff verloren haben ohne ſich zu expandiren? In der That, wenn Sauerſtoff und Waſſerſtoff beiſammen ſeyn könnten, in dem genauen Verhältniſſe der das Waſſer conſtituirt, ohne ſich wirklich zu Waſſer zu verbinden, ſo bald keine expandirende Kräfte ſie daran hindern, ſo

wäre es unmöglich, die Exiſtenz des Waſſers zu begreifen.

Die Herren von Humboldt und Gay-Lüſſac haben die ganze Kraft dieſer Sätze gefühlt, indem ſie einſahen, daſs der von den Engländern angenommene Gegenſatz des Waſſers als hydrogenirt und oxygenirt, „nur für jede unendlich kleine Zeiteinheit in der Realität exiſtiren kann, da die vollkommene Abſorption des Waſſerſtoffs an einer Seite, und des Sauerſtoffs an der entgegen geſetzten, hinlänglich beweiſt, daſs weder Oxygenirung noch Hydrogenirung Statt findet; denn ſollte ſo etwas geſchehen, ſo müſste das Waſſer eine der beiden Gasarten (*Stoffe*) in einem quantitativen Verhältniſſe abſorbiren, verſchieden von dem für Waſſerbildung normalen. Abſorbirt alſo das Waſſer den Sauer- und Waſſerſtoff in dem genauen Verhältniſſe der Waſſerſyntheſe, ſo muſs man durchaus annehmen, daſs beide Gasarten (*Stoffe*) ſich neutraliſiren werden, und daſs folglich in dem Verſuche, wo zwei Polardrähte das Waſſer zerſetzen, die Flüſſigkeit ſich nur auf untheilbare Momente oxygeniren und hydrogeniren, nie aber mit Beharrlichkeit in dieſem entgegen geſetzten Zuſtande exiſtiren werde.“ Ich wiederhohle alſo das vorher geſagte: Die Gasarten, (*Stoffe*) die ſich ohne Expanſion in dem zur Waſſerbildung erforderlichen Verhältniſſe treffen, müſſen augenblicklich ihre eigenthümlichen Eigenſchaften verlieren, ſich wechſelſeitig neutraliſiren und wieder das vorige Waſſer

bilden. Doch ich lenke ein zum eigentlichen Gegenstande dieses Briefes, und zeige an, wie folgendes Problem zu lösen sey, dessen anderweitiges Corollar die Verwandlung des Wassers in oxygenirte Salzsäure seyn wird. *)

Eine gegebene Menge destillirten und von Luft so viel wie möglich gereinigten Wassers so zu zersetzen, dass das allmählich abzuscheidende Element reiner Sauerstoff sey.

Auflösung. „Man nehme irgend eine Glasröhre, deren eine Mündung enge und ohne umgelegten Rand sey, die zweite aber einen grössern Durchmesser zum bequemen Einfüllen des Wassers und einen umgebogenen Rand habe. In der ersten Oeffnung bringe man einen Goldfaden an und verkitte ihn luftdicht mit Siegellack. Nun fülle man die Röhre mit destillirtem Wasser, und verschliesse die breite Mündung dadurch, dass man zwei- oder dreidoppelt

*) Die etwanige Dunkelheit dieser und einiger andern Stellen rührt im Original daher, dass Pacchiani im Ausdrucke keinen Unterschied zwischen *Wasserstoff* und *Wasserstoffgas*, *Sauerstoff* und *Sauerstoffgas* macht. Hier z. B. soll dem Sinne nach *Sauerstoff* und *Wasserstoff* stehen. P. sagt aber: *Sarebbe d'uopo che l'acqua assorbisse uno dei due gas*, eben so sagt er in der darauf folgenden Stelle, dass *im übrig bleibenden liquiden Wasser beide Gasarten sich neutralisiren müssen*. (le proprietà di uno *dei gas* saranno neutralizzate da quelle del altro.) So spricht er von *nicht-expandirten Gasarten*, (i gas trovandosi privi della forza di elasticità.) *Erm*.

feuchte weiſse Leinwand darauf legt und feſt über den umgelegten Rand aufbindet. Man ſtellt nachher die ſo verbundene Röhre in ein Gefäſs mit reinem Waſſer, welches man durch feuchte Streifen Löſchpapier mit dem negativen Pole einer gehörig ſtarken Säule in Verbindung ſetzt. Endlich ſchlieſst man den Kreis dadurch, daſs der Gold- oder Platindraht der Röhre an den poſitiven Pol angebracht wird. Die Kraft der Säule, die bekannter Maſsen beſtimmt wird durch die Zahl der Plattenpaare, durch die eigenthümliche Natur der Metalle und der feuchten Leiter, muſs in einem gewiſſen Verhältniſſe ſeyn mit der Capacität der angewandten Zerſetzungsröhre. Mit der Schlieſsung des Kreiſes wird ſich augenblicklich die bekannte Circulation einſtellen, deren Erfolg die Entwickelung des Sauerſtoffgas am Gold- oder Platindrahte ſeyn wird.

Die wundervolle Verwandlung des Waſſers in oxygenirte Salzſäure hat mein Gemüth mit einer Freude erfüllt, die den höchſten Grad erreichte, ohne der Ueberraſchung zu bedürfen: denn ich war glücklich genug, dieſen Erfolg vorher geſagt zu haben, wie einige meiner berühmten Freunde und mehrere meiner hoffnungsvollen und kenntniſsreichen Zuhörer es zur Steuer der Wahrheit öffentlich bezeugen können. Ich habe bei dieſer Entdeckung einen Vorgeſchmack der Wonne empfunden, die denjenigen zu Theil wird, die die Urſachen der Naturwirkungen ergründen.

Felix qui potuit rerum cognoſcere cauſas.

Nachdem ich das erste Problem gelöst hatte, wendete ich meine Aufmerksamkeit unter andern auf Folgendes:

Eine gegebene Menge destillirten und von Luft möglichst befreiten Wassers ihres Wasserstoffs zu berauben.

Auflösung. Man nehme irgend eine Glasröhre, die zwei Mündungen habe. Die eine enge und ohne umgelegten Rand, die zweite mit einem Rande versehen, und weit genug, um destillirtes Wasser ohne Schwierigkeit hinein bringen zu können. In die enge Mündung bringe man einen Draht von Gold, Platin, oder irgend einem andern Metalle, und vollbringe den hermetischen Schluss mit Siegellack. Die Röhre fülle man mit destillirtem von Luft befreiten Wasser, und schliesse sie mit zwei- oder dreidoppelter feuchter Leinwand, die man auf den umgelegten Rand der Röhre befestigt. Die so versehene Mündung wird in ein Gefäss mit reinem Wasser gestellt, welches durch Vermittelung einiger Streifen Löschpapier mit dem positiven Pole der Säule zusammen hängt. Endlich bringt man den Metalldraht der Röhre in leitende Verbindung mit dem negativen Pole. Die electrische Kreisbewegung stellt sich alsobald ein, und der Draht entwickelt allmählich eine Menge grösten Theils reinen Hydrogengas. Durch diesen Zersetzungsprozess erhält man sehr oxygenirtes Wasser, wie es die chemischen Reagentien zeigen, wovon ein mehreres in einem meiner künftigen Werke.

Ist es wahr, wie mehrere treffliche Aerzte es behaupten, dass Sauerstoff in vielen Krankheiten, so wohl der Haut als der innern Organisation, ein erprobtes Mittel sey, so erwache hier der Eifer des Arztes und jedes Menschenfreundes: man setze die Säule in Thätigkeit, um oxygenirtes Wasser zu erzielen; und dringe mit der Fackel der Erfahrung und der Theorie in ein neues Feld von Untersuchungen ein, deren Erfolg vielleicht sehr erspriesslich für die Menschheit seyn wird, in jedem Falle aber durchaus unschädlich bleiben muss. Giebt es in der That ein unschuldigeres Vehikel, den Sauerstoff dem menschlichen Körper einzubringen, als eben die Flüssigkeit, deren wohlthätiger Einfluss der Ernährung der Vegetation und dem Leben unentbehrlich ist? Wie werde ich mich glücklich schätzen, wenn zu Folge meiner Ansicht es irgend einem philosophischen Arzte gelingen sollte, die Zahl der Uebel zu vermindern, die das geplagte Menschengeschlecht foltern. *(Und so fährt er fort mit Phantasieen über die glücklichen Folgen seiner Entdeckung über seinen eignen Werth als Wissenschaftsmann und Lehrer, und schliesst mit einigen Complimenten an* Fabroni, *die er so einleitet:)* Sind diese Blätter bestimmt, einige Zeit der Vergessenheit zu trotzen, so erfahre vor allen Dingen die wackere toscanische Jugend, welche Gefühle jeden Ehrenmann durchdringen müssen, wenn er die ruhmbekränzten Namen hört, die ein Land verherrlichen, das an erhabenen Geistern stets uner-

schöpflich war, wo Wissenschaften und Künste entsprossen, und das Galiläi, Torricelli, Redi, Cesalpin, Micheli, mit Einem Worte, alle Stifter der Naturphilosophie als Vaterland begrüssten.

---

4. *Nachschrift zu diesem Briefe vom Prof. Erman in Berlin.*

Beiliegenden Brief habe ich, (bis auf eine ganz ausserwesentliche Stelle,) wörtlich übersetzt, weil es Ihnen, theuerster Freund, angenehm seyn könnte, ihn, der Vollständigkeit wegen, so, und nicht etwa im Auszuge zu erhalten. Haben Sie Notiz von einem *ersten* Briefe an Fabroni erhalten? *) ich kenne nur den zweiten und diesen dritten: bin aber ganz resignirt, mich vor der Hand daran zu begnügen.

Dass uns Pacchiani nichts neues bringt, wissen die Leser der Annalen. Dass der thierische oder vegetabilische Stoff der alleinige Grund der Säureerzeugung sey, halte ich *bis jetzt* für durchaus entschieden. Auch bedarf es nicht einmahl der Blase und der Leinwand, um diesen Erfolg zu erhalten. Das Pflanzenpigment der verdünnten Lackmusstinctur und der gefärbten Papiere ist schon dazu hinlänglich. Der im Wasser aufgelöste Violensyrup wirkt noch kräftiger wegen des Zuckers, der noch zum Pigmente hinzu kommt; und da fällt

*) Er erhielt wahrscheinlich die Notiz, welche Fabroni dem Grafen de Rio in Padua, (*Annalen*, XXI, 125,) wieder mittheilte. *d. H.*

doch der erträumte Mechanismus der Priorität und das Deployiren der Electricität im Brückenmarsch durch den Wald der Fäden ganz weg.

Daſs übrigens sogar das *Leben* die organischen Theile nicht gegen diese galvani'sche Zersetzung schützt, ist ebenfalls bekannt genug. Zweige und Stengel von Blumen sind auf Säureerzeugung von mir und andern geprüft worden. Auch erinnere ich mich, zu der Zeit, als mich dieser Gegenstand gemeinschaftlich mit Simon beschäftigte, einmahl die Hoffnung gefaſst zu haben, daſs ein lebendes Thier vielleicht die galvani'sche Action ganz passiv fortpflanzen würde, ohne selbst zersetzt zu werden, was dazumahl unser zu lösendes Problem war. Ich verband also zwei Röhren, wovon jede den einen Polardraht enthielt, durch einen recht gesunden *Lumbricus terrestris*. Im Momente aber, als die etwas kräftige Säule geschlossen wurde, ging schon die Zersetzung des Thiers vor sich: die Flüssigkeit in beiden Röhren fing an gerade wie bei todter Muskelfaser zu reagiren; jede Extremität des Thiers färbte sich verschieden, wie das Fleisch in den andern Versuchen, und fing bald an in Gestalt einer Jauche zu zerflieſsen, die an jedem Pole verschiedene Kennzeichen hatte. Während dieses grausamen Prozesses lebte das Thier immerfort, bewegte sich krampfhaft, und schien sehr zu leiden; aber das so genannte *Sterben* fand nur nach einigen Stunden Statt. So widrig mir dieser Versuch auch ist, so nothwendig ist es doch, ihn zu wiederhohlen: denn dazumahl war ich mir bloſs der chemischen

Ansicht recht deutlich bewufst, und hatte die Unbesonnenheit, die Schliefsung der Säule zu unterbrechen, ohne zu beobachten, was am Ende bei diesem Zerfliefsen des Thiers aus den Nerven werden würde. Kaum begreife ich jetzt, wie die so nahe liegende Frage wir dazumahl nicht klar geworden. Vielleicht wird es rathsam seyn, zu dieser Untersuchung *Blutigel* zu wählen, da wir mit ihrem Nervensysteme bekannter sind.

So viel bleibt aber für jetzt sicher: wenn auch die Erzeugung der oxygenirten Salzsäure durch bloſses Eintauchen des Fingers in das reine Wasser der Gasröhre Statt fände, so würde man mit vollem Rechte schliefsen müssen, dafs selbst bei *dieser* Schliefsung des Kreises der organische Körper nicht chemisch passiv war, nicht blofs mechanisch wirkte. Sie haben wohl Recht, zu wünschen, dafs die Gelegenheit, die uns Pacchiani durch seine vermeinte Entdeckung darbietet, uns an das bereits Vergessene zu erinnern, nicht unbenutzt bleibe, um den noch räthselhaften Verlauf der Sache näher zu beleuchten. Die quantitativen Verhältnisse der erzeugten Säure, in Vergleich mit der ponderabeln Menge des verwendeten vegetabilischen Stoffs, müssen mit vorzüglicher Aufmerksamkeit beobachtet werden. Mit Vergnügen werden Sie erfahren, dafs unser vortrefflicher Freund Rose an meinen vorhabenden Untersuchungen über diesen Gegenstand Antheil nehmen will. Einen solchen Mitarbeiter gefunden zu haben, ist keine geringe Aufmunterung.

IX.

Aus dem Intelligenzblatte der Allgem. Litterat. Zeit. den 5ten Febr. 1806.

In einer der letzten phyſikaliſchen Sitzungen der baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu München trug Herr Prof. Ritter den *Anfang einer Reihe von Verſuchen* vor, welche beſtimmt ſind, über die *Natur des Magnetismus* nähere Auſſchlüſſe zu geben. In Rückſicht auf die von der Akademie ſelbſt in frühern Jahren, (1776 und 1777,) aufgeſtellte, denſelben Gegenſtand betreffende Frage, ging er von dem *Verkehre des Magnetismus mit der Electricität* aus. Die Reſultate der erzählten Verſuche waren:

1. Ein jeder Magnet iſt ein Aequivalent eines Paars mit einander verbundener heterogener Metalle; ſeine Pole ſtellen gleichſam dieſe verſchiedenen Metalle dar.

2. Er liefert, wie dieſe, *Electricität*, und zwar ſein einer Pol die *poſitive*, ſein anderer die *negative*.

3. Eine Anzahl Magnete gaben, bei gleichem Verfahren, eben ſo gut eine *voltaiſche Batterie*, als eine Anzahl Paare verſchiedener Metalle, und auf dieſe Art gelingt es, die von den Polen der einzelnen Magnete zuſammen gelieferten Electricitäten am *Electrometer* darzuſtellen.

4. Vermittelſt dieſer Electricitäten bringt eine ſolche Batterie aus Magneten, nach Maaſsgabe ihrer Stärke, alle diejenigen Wirkungen auf todte wie auf lebende Körper hervor, welche eine gleich ſtarke voltaiſche Säule gewöhnlicher Art ebenfalls hervor bringt.

5. Aus den Verſuchen, welche dieſes erweiſen, ergiebt ſich, daſs am magnetiſchen *Eiſen* der *Südpol* die

positive und der *Nordpol* die *negative*, am magnetischen *Stahle* hingegen der *Nordpol* die *positive* und der *Südpol* die *negative Electricität* giebt.

6. Dieselbe umgekehrte Vertheilung behaupten auch die durch die Magnetisirung polarisch veränderten *Oxydabilitäten* des magnetischen Körpers. Während am *Eisen* der Südpol der oxydirbarere und der Nordpol der minder oxydirbare ist, ist am magnetischen *Stahle* der Nordpol der oxydirbarere und der Südpol der minder oxydirbare.

Der Verfasser schloss mit den Aussichten, welche schon die Anwendung dieser ersten Resultate auf die *Erde als Magnet im Grossen* zur Erklärung mehrerer Naturerscheinungen gewährt, wohin vorzüglich der physische Unterschied der beiden Hemisphären, und das Nord- und Südlicht gehört. Denn in der That kann, dem Vorigen zu Folge, die Erde als Magnet einer voltaischen Säule von ungeheurer Grösse gleich geachtet werden, deren Pole durch die Wasser des Oceans einerseits in beständiger Schliessung gehalten werden, (woraus die grössten chemischen und nach den Polen abermahls verschiedenen Veränderungen der Erdmaterie erfolgen, und erfolgt seyn müssen;) deren Pole anderseits aber noch immer zu reich an Electricität sind, als dass nicht ein beträchtlicher Theil nur in den freien Räumen des Himmels die Bahn der Strahlen seines Glanzes finden könne.

X.

PREISFRAGE.

Die Directoren und Mitglieder von Teyler's *Stiftung* haben in ihrer Versammlung am 28sten Oct. 1805 keiner der Abhandlungen den Preis zuerkennen können, welche auf die Preisfrage eingegangen waren, die sie im Jahre 1804 aufgegeben hatten: *Was lässt sich in Hinsicht der Uebereinstimmung des Lichtstoffs mit dem Wärmestoffe aus den darüber angestellten Versuchen oder aus bekannten Erfahrungen mit einigem Grunde herleiten?* Sie erneuert daher diese Preisfrage, mit Aussetzung einer goldenen Medaille von 400 holl. Gulden. Der Concurstermin ist der 1ste April 1807.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE
über die verbesserte Methode des Herrn Jeſſop, *mit Pulver zu ſprengen;*

angeſtellt in den Alpen, um die Anwendbarkeit dieſer Methode zu prüfen, und die Theorie derſelben zu ergründen.

Bearbeitet
vom
Herausgeber.

1. *Verſuche des Prof.* M. A. Pictet *in Genf.* *)

— — Ich wurde von Herr Barante, Präfecten des Leman-Departements, eingeladen, ihn zu begleiten, als er zum zweiten Mahle die Arbeiten beſah, welche man zur Eröffnung einer Heerſtraſse von Genf, längs des füdlichen Ufers des Sees, nach dem Simplon, am Fuſse der berühmten Felſen von

*) Zuſammen gezogen aus der *Biblioth. britann. ſcienc. et arts*, Vol. 29, Mai 1805, p. 74. *d. H.*

Meillerie unternommen hatte, damit ich Gelegenheit haben möchte, das neue Verfahren des Herrn Jessop, mit Pulver zu sprengen, welches ihn lebhaft interessirte, selbst zu prüfen. *) — — Es kostet mir einige Ueberwindung, nichts von der Schönheit dieser neuen Strasse zu sagen, welche in kurzem eine der grösten Sehenswürdigkeiten für Reisende seyn, und Genf zum Mittelpunkte aller Verbindungsstrasen zwischen Frankreich und Italien machen wird. Wir durcheilten zuerst die ganze Strasse, und sahen mit wahrem Vergnügen, dass die Hauptschwierigkeiten schon überwunden waren, und dass die Strasse schon zu Ende dieser Campagne für Wagen fahrbar seyn wird. Es war im Hinfahren einem der verständigsten Arbeiter aufgegeben worden, in einen der härtesten und dicksten Blöcke am Wege ein Bohrloch einzumeisseln, damit wir bei der Rückkehr einen recht entscheidenden Versuch möchten anstellen können. Die Gebirgsart fast aller dieser Felsen ist ein schwärzlicher Kalkstein von körnigem Bruche, und mit einigen Adern weissen Kalkspaths durchzogen.

Wir fanden auf dem Rückwege das Bohrloch fertig, und liessen von dem Arbeiter selbst es mit der gewöhnlichen Ladung Pulver füllen. Da wir

*) Herr Pictet hatte kurz zuvor in der *Bibl. brit.* den Brief des Hrn. Jessop an Nicholson mitgetheilt, womit das vorige Stück der *Annalen* anfängt. *d. H.*

gerade keinen Strohhalm hatten, halfen wir uns mit einem mit Pulver imprägnirten Papierstreifen, welcher den Arbeitern als Lunte dient. Wir wanden diesen spiralförmig zu einem Cylinder von der Weite eines Federkiels zusammen, setzten ihn mitten aufs Pulver, liessen dann das Loch voll losen Sandes schütten, wobei der Arbeiter lächelte, und darauf an das obere Ende der Zündröhre Schwamm binden, und diesen am andern Ende anstecken, wobei man Zeit genug behält, sich zurück zu ziehen.

Die Explosion erfolgte auf die genügendste Art. Das Erstaunen der Arbeiter läſst sich nicht beschreiben. Einer rief in seinem piemontesischen Patois aus: Das ist also möglich! und ich alter Steinbrecher wuſste nichts davon? Sie sahen sogleich den grossen Vortheil ein, den die Sache für sie haben könne.

Wir, und sie nicht minder, wünschten, den Versuch nochmahls unter andern Umständen wiederhohlen zu können. Zufällig fand sich nicht weit davon ein altes Bohrloch, welches nahe am Boden fast horizontal in den abzusprengenden Felsen getrieben war. Man hatte es nicht geladen, weil es eine schlechte Richtung hatte, und es war Wasser darin. Wir liessen es reinigen und unter unsern Augen laden; den Sand hinein zu bringen, war hier so leicht nicht, doch gelang es uns endlich. *) Der Schuſs

*) In den Bergwerken in England, wo diese Methode, zu sprengen, eingeführt ist, bedient man sich in diesem Falle einer Ladung und Sand darüber in einer Patrone. Vergl. S. 120. *d. H.*

ſprengte das untere Stück des Felſens ab, und nun war die Ueberzeugung vollſtändig.

Herr Baduel, unter deſſen beſonderer Aufſicht die Arbeiten zu Meillerie ſtehn, verſprach uns, dieſe Verſuche unter mannigfaltigen Abänderungen fortſetzen zu laſſen, um, wo möglich, die Theorie dieſer auffallenden Wirkung aufzuklären; und ſie ſo wohl mit weniger Sand, als auch mit andern leichtern pulverulenten Materien anſtellen zu laſſen, z. B. mit Kleie, die in ſich nachgiebt, und mit Waſſer oder noch leichtern Flüſſigkeiten, die dieſes nicht vermögen. Es wird ſich dann zeigen, ob nicht, (wie ich vermuthe,) die groſse Geſchwindigkeit, mit welcher die Luft im Augenblicke der Exploſion von der Maſſe, die heraus geworfen werden ſoll, geſchlagen wird, den groſsen Widerſtand erzeugt, welcher auf die Wände des Bohrlochs reagirt und die Felſen zerſprengt. *)

Hier inzwiſchen die Reſultate einiger Verſuche dieſer Art, die ich angeſtellt habe. Es iſt mir völlig geglückt, mit Hülfe des Sandes einen Kloben ſehr

*) Daſs ein groſser Theil der Wirkung auf dem Widerſtande der Luft, als elaſtiſcher Flüſſigkeit, beruht, (worüber weiterhin mehreres folgt,) das ſcheint mir gegründet zu ſeyn. Doch kann das ſchwerlich die einzige Urſache ſeyn, worauf der Erfolg beruht; ſonſt müſste eine gezogene Flinte von der mit Gewalt hinein getriebenen Kugel ſo gut als vom Sande ſpringen. Auch die beiden im vorigen Hefte S. 116 angegebenen Gründe haben unſtreitig Ein-

gefunden Holzes, einen sehr festen Granitblock, und ein eben so festes quarzartiges Geschiebe zu sprengen. Letzteres riss in zwei fast gleiche Theile; die Trennungsfläche betrug 447 Quadratzoll, das Bohrloch war nur 7 Zoll tief und mit nicht mehr als 4 Loth Pulver geladen.

Umsonst versuchte ich es zwei Mahl mit einer Pulverladung, die mit einer Lage Seife bedeckt, und dann mit Wasser übergossen war; immer drang das Wasser bis zum Pulver herab, bevor der Schuss losging. *) — Aber mit Kleie gelang der Versuch sehr gut; ein Granitblock zersprang dabei in 8 oder 10 Stücke. Wir fanden, dass so wohl vom Sande als von der Kleie nach der Explosion ein Theil der Masse an den Wänden des Bohrlochs sass, und dass diese vom Pulver nicht geschwärzt waren. Dieses scheint uns zu beweisen, dass das Holz oder die Steine *eher* reissen, bevor die pulverulente Masse, womit das Pulver bedeckt ist, heraus getrieben wird.

fluss auf die Wirkung, wofür auch die Erfahrungen der Jäger sprechen, die ich dort angeführt habe. [Der Leser beliebe dort Z. 11 von unten statt: *mit Hirse, nach der Behauptung einiger*, zu lesen: *mit $\frac{1}{10}$ des Samens von Sisymbrium Sophia, nach Kops Flora Batava.*] *d. H.*

*) Eine dünne Schicht Quecksilber statt der Seife würde wahrscheinlich das Pulver trocken erhalten haben. *d. H.*

2. *Schreiben des Ingenieurs* Baduel, *Auffehers der Arbeiten an der Strafse von Meillerie, an den Prof.* Pictet.

Evian den 24ften Junius 1805. *)

Auf Ihrer Fahrt nach Meillerie und St. Gingolph haben Sie nach dem neuen Verfahren einen einzeln ftehenden Block mit fenkrechtem Bohrloche, und ein maffives Felfenftück, in welches das Bohrloch fchief eingefetzt war, abfprengen fehen. Eine bedeutende Zahl von Minen, die nach allen Richtungen in einzeln ftehende Blöcke eingetrieben waren, find nicht minder geglückt, und fie würden nicht beffer haben wirken können, wären auch die Schüffe mit der gröfsten Sorgfalt eingeftampft worden.

Um die geringfte Menge von Sand mit Genauigkeit zu finden, bei welcher der Block abgeriffen wird, müfste man den Widerftand des Blocks im voraus wiffen, und darnach die Pulverladung einrichten können. Da diefer Widerftand aber nur auf eine fehr unvollkommene Art fich fchätzen läfst, fo haben die Steinfprenger ein für alle Mahl zur Regel angenommen, dafs fie das Loch bis auf ein Drittel der Länge mit Pulver füllen. Ich mafs diefe Tiefe felbft ab, und fand nach mehrern Verfuchen, dafs es für einen mittlern Block hinlänglich ift, *zwei Drittel* fo hoch Sand als Pulver zu nehmen.

Ich bin mit Ihnen überzeugt, dafs Sandkörner nur in fo fern die Stelle des Pfropfs beim Sprengen

*) Zufammen gezogen aus der *Bibl. britann.*, Vol. 29, p. 271. *d. H.*

verfehen können, als die Luft ihnen, wegen ihrer grofsen Oberfläche bei einer nur geringen Maffe, einen ausnehmend grofsen Widerftand leiftet. Um diefes zu bewähren, nahm ich ftatt des Sandes andere Materien, die bei einer faft gleichen Oberfläche noch weit weniger Maffe haben. *Kleie*, *Sägefpäne*, *Afche*, brachten alle diefelbe Wirkung hervor. Es verhält fich hier wie mit einem Steine, der, fo lange er eine einzige Maffe ift, fich durch die Luft bis auf grofse Entfernungen fchleudern läfst, während ihn, wenn er zu Staub zermalmt ift, der Widerftand der Luft auch nur zwei Schritt weit zu fliegen verhindert.

Ich wollte nun auch diefe Verfuche, nachdem ich fie an einzeln ftehenden Blöcken angeftellt hatte, an grofsen Felfen wiederhohlen. Es thut mir leid, Ihnen melden zu müffen, dafs fehr viel daran fehlt, dafs die Refultate hier eben fo genügend als bei ifolirten Blöcken ausgefallen wären. Minen in ganzen Felfenmaffen gebohrt, find beftimmt, einen fehr grofsen Widerftand zu überwältigen; ift diefer Widerftand gröfser als der, den die Luft den Sandkörnchen leiftet, fo wird der Sand heraus gejagt und der Schufs hat auf den Felfen keine Wirkung; das ift mir mehrmahls begegnet. *) Nicht felten,

*) Schade, dafs Herr **Baduel** nicht bemerkt, ob, wenn eine Ladung mit Sand heraus geblafen wurde, *diefelbe* Ladung, nachdem fie eingeftampft worden, die Feftigkeit des Felfens überwunden habe. Nach dem S. 119 erzählten Beifpiele zu ur-

wenn die Felsmasse für die Tiefe des Bohrlochs zu fest ist, hilft man sich damit, daſs man die Ladung vergröſsert, und $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ des Lochs mit Pulver füllt. In diesem Falle würde zu wenig Platz für den Sand über dem Pulver bleiben, und man muſs daher zum Einstampfen sich entschlieſsen. *)

Aus meinen Versuchen können Sie das Resultat ziehen, daſs die neue Methode, mit Hülfe des Sandes zu sprengen, bei einzeln stehenden Blöcken vollkommen ausreicht; daſs sie beim Sprengen in vollen Felsmassen aber nur dann anwendbar ist, wenn die Bohrlöcher so angebracht werden, daſs eine Pulverladung, welche nur ein Drittel des Bohrlochs füllt, ausreicht, die Steinmasse abzusprengen; **) ich glaube aber, daſs diese Art, die Minen anzubringen, nicht vortheilhaft für die Arbeiter seyn würde.

theilen, möchte ich daran zweifeln, und glauben, daſs man dann die Pulverladung verstärkt habe. Dann würde aber daraus nichts gegen die neue Methode folgen. *d. H.*

*) Könnte man indeſs dann das Bohrloch nicht etwas tiefer eintreiben und doch mit Sand schieſsen? sollte selbst in diesen Fällen das Einstampfen viel wirksamer seyn, als eine Bedeckung mit Sand? Kaum sollte man das, nach dem, was weiterhin darüber bemerkt wird, glauben. *d. H.*

**) Diese Einschränkung bedurfte eines gründlichern Beweises; — und wird gleich durch den folgenden Brief, wie es mir scheint, vollständig widerlegt. *d. H.*

3. *Schreiben des Prof.* A. P. De Candolle *an den Prof.* Pictet.

Champagne bei Iverdun den 19ten Oct. 1805. *)

Auf einer kleinen Reise, welche ich mit unserm gemeinschaftlichen Freunde, Herrn Biot, angestellt habe, kamen wir über den Mont Cenis. Einige hundert Arbeiter waren hier in voller Thätigkeit, um die neue Heerstrase über diesen bisher von Reisenden so gefürchteten Berg zu vollenden, und schon war sie so weit vollendet, dass Wagen hinüber kommen konnten, ohne aus einander genommen zu werden. Als wir von allen Seiten das Krachen von gesprengten Felsen hörten, das mit einem donnerähnlichen Wiederhall begleitet war, und als wir besonders von den vielen Unglücksfällen unterrichtet wurden, die sich dabei ereignet haben, fiel uns die artige Methode, zu sprengen, ein, welche Sie bekannt gemacht haben, und wir wünschten, Ihre Versuche hier zu wiederhohlen. Herr Derrien, Ingenieur dieser Heerstrase, dem wir unsern Wunsch mittheilten, als wir im Hospitium angekommen waren, übersah sogleich die grosse Wichtigkeit dieser Neuerung, und gab auf der Stelle Befehle, dass zum morgenden Tage eine Menge von Bohrlöchern zu vergleichenden Versuchen nach der alten und nach der neuen Sprengmethode eingemeisselt würden.

Ein Gedächtnissfehler war Schuld, dass wir zu den ersten Versuchen mit Sand nur die Hälfte der

*) *Bibl. britannique*, Vol. 30, p. 188. *d. H.*

gewöhnlichen Pulverladung von 4 Unzen nahmen. Dieser Irrthum war von Nutzen; denn wir fanden, daſs die Minen mit halber Ladung, welche mit Sand bedeckt waren, den vollen Effect derer mit ganzer Ladung, diese mochten eingestampft oder mit Sand bedeckt seyn, hervor brachten. Die Ursache liegt unstreitig darin, daſs bei der Schnelligkeit der Explosion in den Minen alles Pulver eben so wenig als in den Kanonen entflammt wird.

Wir haben einige zwanzig Minen mit Sand springen lassen, und sie glückten alle vollkommen so gut als die eingestampften in demselben Felsen. Einige Steinsprenger versicherten uns selbst, daſs dabei die Felsen in kleinere Stücke zerspringen, als beim Schieſsen nach alter Art; ein Umstand, der, wenn er sich bestätigt, nicht unwichtig ist, da man dann seltener die Mühe haben würde, groſse abgesprengte Massen noch ein Mahl zu zersprengen.

Unsre Versuche sind um so beweisender für die neue Methode, da sie in sehr harten Felsen, die ich für Glimmerschiefer halte, angestellt wurden; da man immer eine eingestampfte und eine mit Sand bedeckte Mine zur Vergleichung in demselben Felsen angebracht hatte; da die meisten mit Sand bedeckten nur eine halbe Ladung hatten; und da endlich alle nicht in isolirt stehenden Blöcken, (von denen man meint, ich weiſs nicht warum, sie wären leichter zu sprengen,) sondern in ungeheuern Felsen angebracht waren, die ein Theil des Berges sind, und über dem Thale von St. Nicolas stehn.

Wir hatten zu Zeugen dieser Versuche ausser Herrn Derrien und Herrn Bosquillon, Eleven des Brücken- und Wegebaues, noch zwei Reisegefährten, einen Arzt aus Turin und eine grosse Menge von Arbeitern. Diese wollten, voll Unglaubens, sich anfangs nicht von der Mine entfernen, als Feuer daran gelegt wurde. Als sie die Wirkung sahen, begriffen sie sehr wohl die Wichtigkeit der Sache, und mehrere von ihnen begleiteten uns mit Segenswünschen, die wir nur in der Hoffnung, sie auf Sie überzutragen, annahmen.

Man hat uns versichert, dass die wenigsten Steinsprenger zwei Campagnen überlebten, ohne schwer verwundet oder getödtet zu werden, da es so leicht ist, dass beim Schlagen des Pfropfs aus Steinmehl, um den Schuss einzustampfen, ein Quarzkörnchen einen Funken giebt, der den Schuss entzündet. Diese Gefahr fällt bei der neuen Methode ganz weg. Nimmt man dazu den Gewinn an Zeit und der Hälfte des Pulvers, so begreift man, wie sehr wichtig eine dem Anscheine nach so einfache Erfindung ist.

Auf diese ersten Versuche sollten am folgenden Tage andere folgen, welche H. Biot erdacht hatte, theils um jene zu bestätigen, theils um die Theorie dieser wunderbaren Erscheinung zu berichtigen. Da ich genöthigt wurde, in der Nacht aufzubrechen, habe ich bei diesen Versuchen nicht gegenwärtig seyn können, und muss mich daher begnügen, Ihnen dieses nicht vollständige Detail mitzutheilen.

Ich kam über Neufchatel, und hier sagte mir Herr Dupasquier, er habe die neue Methode, zu sprengen, an den Kalkfelsen des Jura mit Erfolg versucht.

---

4. *Schreiben an die Herausgeber der Bibl. brit., von* Bertrand, *Professor emer. der Math. an der Akadem. zu Genf.*

Genf den 20sten Junius 1805. *)

Nachdem ich den Bericht gelesen hatte, welchen Herr Prof. Pictet in Ihrer Zeitschrift von den Versuchen giebt, die er zu Meillerie über die verbesserte Methode des Herrn Jessop, Felsen mit Pulver zu sprengen, angestellt hat, — warf ich mir die Frage auf, welches wohl der Grund sey, dass zwei bis drei Unzen Schiesspulver nach der alten und nach der verbesserten Methode ein Felsstück zu zersprengen vermögen. Die Betrachtungen, worauf mich diese Frage führte, sind es, welche ich Ihnen hier mittheilen will. — —

— — Die alte Methode scheint, was den Effect betrifft, vor der neuen den Vorzug zu haben, dass das Einstampfen dem Sande eine Festigkeit giebt, die er durch sein Gewicht nicht erhalten kann,

*) Ins Kurze zusammen gezogen aus einem sehr weitläufigen Schreiben in der *Biblioth. britann.*, Vol. 29, p. 184 — 193. Alles, was der Leser schon weiss, oder was als allgemein bekannt voraus gesetzt werden darf, lasse ich hier fort. *d. H.*

wenn man sich damit begnügt, ihn in das Bohrloch zu schütten; eine Festigkeit, die ihn fähiger macht, der elastischen Flüssigkeit, welche sich aus dem entzündeten Schiesspulver entbindet, einen grösern Widerstand zu leisten. Es scheint daher, diese elastische Flüssigkeit müsse bei der alten Methode, zu sprengen, stärker comprimirt werden, und eine grösere Kraft gegen den Felsen ausüben können, als bei der Methode des Herrn Jessop.

Dieses Raisonnement, nach welchem alle, welche es mit dem Sprengen zu thun haben, zu urtheilen pflegen, ist zwar sehr scheinbar, es mangelt demselben aber an Solidität. Nicht von dem etwas grösern oder kleinern Widerstande des Pfropfs oder des Sandes kann das Zersprengen des Felsens abhängen; denn dazu wären beide an sich gänzlich unzureichend. Auch der am besten eingestampfte Pfropf erreicht in seinen Theilen nie die Cohärenz, welche die Theile des Felsens haben; und welch ein Vergleich findet zwischen der Felsenmasse von der einen, und einer Hand voll Sand von der andern Seite Statt! — —

— — Wie kann denn aber der Sand zum Zersprengen der Felsen mitwirken, wenn er dazu durch seine Festigkeit nichts beiträgt? Die drei Wirkungsmittel, welche gemeinschaftlich das Zerreissen des Felsens bewirken, sind: das Schiesspulver, die Luft und der Sand. Durch ihr Gewicht kann indess die Luft hierbei nur auf eine wenig bedeutende Art mitwirken, da dieses Gewicht nicht mehr beträgt, als

das einer Wassersäule, welche den Durchschnitt des Bohrlochs zur Grundfläche und 32 Fuss zur Höhe hat. Diese Masse ist im Vergleich der Masse des Felsens ganz unbedeutend. Nicht durch ihr Gewicht wirkt also hierbei die Luft, wohl aber *durch ihre Elasticität*. Wie aber die Elasticität der Luft, das Schiesspulver und der Sand zusammen wirken, dass der Felsen zersprengt werde, das denke ich mir folgender Massen. — —

Im Augenblicke, wenn das Pulver sich entzündet, weicht der Sand; sogleich aber stösst ihn die Luft wegen ihrer Elasticität zurück, so wie sie den Flügel des Vogels nach jedem Schlagen zurück stösst. Die comprimirte, aus dem Pulver entbundene elastische Flüssigkeit presst nun ein zweites Mahl gegen die Felsenmasse, dringt in die Poren derselben, und sprengt sie aus einander. Dieses ist der Grund, warum das Einstampfen die Wirksamkeit des Sandes nicht erhöhen kann; sie beruht nicht auf der Cohärenz des Sandes unter sich und mit den Felsen, sondern darauf, dass weder die innere noch die äussere elastische Flüssigkeit ihn zu durchdringen vermag, wenn sie gegen ihn schlägt. Der Sand wird durch den Druck der innern und die Reaction der äussern elastischen Flüssigkeit so stark als möglich in einander und in die kleinen Vertiefungen des Steins getrieben; man findet daher noch nach dem Sprengen die Wände des Bohrlochs damit incrustirt. Die Oscillation des Sandes im Bohrloche ist aber nur von einer sehr geringen Ausdehnung, vielleicht nur von

Fadendicke; daher entſteht kein freier Raum für den Pulverdampf, wo er die Wände ſchwärzen könnte. Das Adhäriren des Sandes, und das Nicht-Adhäriren des Rauchs an den Wänden des Bohrlochs, (S. 229,) ſind daher mit meiner Erklärung des Hauptphänomens des Zerſprengens der Felsmaſſe in völliger Uebereinſtimmung; und ſie iſt wahrſcheinlich die Erklärung, welche Herr Pictet geahndet hatte. *)

*) Dieſe ſcharfſinnige Erklärung beruht, wie man ſieht, auf der Eigenſchaft elaſtiſcher Flüſſigkeiten, daſs ein plötzlicher Druck in ihnen Pulſationen oder eine Art Undulation abwechſelnder Verdichtung und Wiederverdünnung erzeugt; wie ſich dergleichen bei der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft, und bei den tönenden Schwingungen der Luft in Blaſe-Inſtrumenten zeigt. Wenn ſchneller angeblaſen wird, wird der Ton der Pfeife höher, jede Undulation alſo von minderer Weite. Bei einem ſo mächtigen Impuls, als bei der Exploſion des Schieſspulvers in einem Laufe oder Bohrloche Statt finden muſs, möchte die Undulation der Luft alſo wohl augenblicklich wieder zurück gehen, wie das Hrn. Bertrand's Erklärung voraus ſetzt. Bei einem unendlich groſsen Impuls würde die freie Luft, da, wo der Impuls geſchieht, eben ſo ſtark comprimirt werden, als in einem eingeſchloſſenen Gefäſse; hierauf gründete Biot ſeine ſehr artige Vorſtellung über die Natur des electriſchen Funkens, *Annalen*, XX, 99. Die Luft würde dabei im erſten Augenblicke, wie es ſcheint, mit der ganzen Kraft, mit welcher ſie angetrieben werden

Man hat gefragt, welches die kleinſte Sandmenge ſey, die ſich noch wirkſam zeigen möchte. Darauf antworte ich aus der Theorie: die, welche hinreicht, daſs nichts von der aus dem Pulver ſich entbindenden elaſtiſchen Flüſſigkeit durch ſie entweichen kann; wobei es auf die Feinheit und Geſtalt der Sandtheilchen ankommen würde. Man ſieht hieraus, daſs jeder pulverulente Körper, jede Flüſſigkeit, welche die elaſtiſchen Flüſſigkeiten nicht durch ſich hindurch laſſen, die Stelle des Sandes müſſe vertreten können; und daſs, wenn vielleicht eine derſelben nach dem Einſtampfen dieſes minder leiſtete, die Wirkung des eingeſtampften Schuſſes ſchwächer ſeyn würde, als die einer Ladung, welche loſe mit der pulverulenten Maſſe überſchüttet wird.

---

5. *Schreiben eines Ungenannten an den Prof.* Pictet. *)

* * * den 11ten Aug. 1805.

Sie haben den vielen Steinſprengern in den Alpen und in Frankreich, ja der Menſchheit, durch die

ſoll, widerſtehen. Beim Schieſspulver iſt indeſs der Impuls nicht Sache eines Augenblicks, da ſich das Pulver nicht mit einem Mahle entzündet, und aus dieſem Grunde dürfte die Wirkung viel zuſammengeſetzter ſeyn, als ſie hier nach Herrn Bertrand's Erklärung ſcheint. Vergl. S. 228, Anm., und weiterhin 246. *d. H.*

*) *Bibl. britann.*, Vol. 29, p. 381. *d. H.*

die Bekanntmachung der Versuche des Herrn Jessop einen großsen Dienst geleistet. Sie haben zugleich vieles Nachgrübeln über die Expansion des Gas veranlaſst, welches sich aus dem entzündeten Schieſspulver entbindet. Hier einige Betrachtungen, welche sie einem Anonymus zu Gute halten werden. Ich habe nach der neuen Methode hundert Mahl sprengen sehen und sprengen lassen; sie war einige Mahl unzureichend, und es schien mir im Allgemeinen nöthig zu seyn, daſs man die Ladung um $\frac{1}{6}$ vergröſserte, um den Unglauben und die Trägheit der gemeinen Steinsprenger zu überwinden, indem dadurch der Erfolg in ihren Augen sicherer und unzweideutiger wird. Doch, ich wollte Ihnen Betrachtungen mittheilen; hier sind sie:

1. Belidor *) und vor einigen Jahren der Generalinspector des Geniewesens Marescot **) haben durch eine Reihe von Versuchen im Groſsen bewiesen, daſs Minen, deren Pulverkammer vier Mahl gröſser ist, als der Raum, den das Pulver einnimmt, eine weit gröſsere Wirkung als solche haben, wo die Verdämmung das Pulver unmittelbar berührt.

2. Es ist eine alltägliche Erfahrung, daſs der Lauf eines Schieſsgewehres platzt, wenn man zwischen dem Pulver und der Kugel oder dem Pfropfe einen Zwischenraum läſst. Vergessen die Soldaten

*) In seiner *Science de l'Ingenieur.*

**) *Mémoire de l'officier du génie*, t. 1, 1803.

in der Hitze der Schlacht die Cartouche bis auf den Boden des Laufs hinab zu stofsen, so springt zuverläffig die Flinte. Welche fremde Urfache vermag der eingefchloffenen Luft eine höhere Elafticität zu geben, als das Gas hat, welches fich aus dem Pulver entbindet? Läfst fich nicht die vortheilhaftefte Gröfse diefes Raums im Verhältnifs der Pulverladung finden?

3. Wenn man die Flintenläufe unterfucht, ladet man fie mit einer vierfachen Pulverladung; und ein fo wohl geprüfter Lauf fpringt doch von einer gewöhnlichen, (alfo nur von dem Viertel diefer) Ladung, wenn man einen freien Raum zwifchen dem Pulver und dem Pfropfe läfst. Die blofse Gegenwart eingefchloffener Luft erhöht alfo die Wirkfamkeit wenigftens auf das Vierfache. Welches ift die Urfache diefer nur gar zu häufigen Wirkung? und läfst fich davon nicht in den Bergwerken Anwendung machen, und fo vielleicht drei Viertel des Pulvers fparen, das bisher verbraucht wurde. — Beweifet diefe Erfahrung nicht zugleich, dafs das Einftampfen oder Eindrücken des Pulvers für die Wirkung vielmehr fehr nachtheilig ift, weil es die Zwifchenräume zwifchen den Theilen des Pulvers, die Luft enthalten, vermindert? Es wäre fehr zu wünfchen, dafs die Herren Ingenieurs der Heerftrafse nach dem Simplon, welche in Bafalt und Granit zu arbeiten haben, verfuchten, über die Ladung einen Pfropf aus Kork oder Werg bis in die Mitte des Bohrlochs herab zu treiben, und die Stel-

lung desselben abzuändern, um die vortheilhafteste zu finden, dann das Bohrloch voll Sand oder Kleie zu füllen, und vermittelst eines Strohhalms voll Pulver Feuer zu geben. Ich zweifle nicht, daſs die eingeschlossene Luft sich hier eben so wirksam als im Schieſsgewehre zeigen würde.

Man hat bemerkt, daſs in diesem Falle die Kraft weit stärker nach den Seiten als in der Richtung des Laufes wirke, und daſs der Knall weniger durchdringe, aber stärker pfeife. In den militärischen Minen war die Erschütterung schwächer, minder concentrirt, aber weiter und in die Ferne zerstörender, und die heraus geblasenen Stellen mehr und von gröſserm Umfange, wenn sich Luft in der Pulverkammer befand, als wenn die Verdämmung das Pulver unmittelbar berührte.

4. Woran liegt es, daſs Pulver in einem Laufe eingepreſst, und in einem Bohrloche von gleichem Durchmesser und gleicher Länge eingestampft, so verschieden wirkt? Ersteres treibt die Kugel oder den Pfropf sehr weit in der Richtung der Seele, ohne auf den dünnen Lauf zerstörend zu wirken; letzteres dagegen, ohne stark auf den Pfropf zu wirken, zerbricht seine dicke Hülle von Granit und Basalt, als wäre ein Mètre dicker Felsen nicht fester als das Metall des dünnesten Flintenlaufs, der nicht über 0,004 Mètres stark ist! Fürwahr! das Schieſspulver hat gar wunderbare Wirkungen; das Fliegen und Schwimmen der Thiere ist vielleicht leichter als sie erklärt.

6. Bemerkungen über diesen Brief vom Prof. Pictet.

In der *Bibl. britann.* auf das J. 1798, (t. 7, p. 17,) steht wörtlich Folgendes: „Man hat vor kur„zem in Deutschland ein Mittel entdeckt, die Wir„kung des Schiesspulvers zu erhöhen. Es gründet „sich auf die Unglücksfälle, welche sich zu ereig„nen pflegen, wenn man ein Gewehr ladet, ohne „die Vorsicht gebraucht zu haben, die Kugel bis „auf das Pulver herunter zu treiben; man weiss, dass „dann häufig die Flinte springt. Da man nun beim „Sprengen gerade diesen Zweck beabsichtigt, so er„reicht man ihn mit weniger Aufwand an Pulver, „wenn man einen Zwischenraum läfst zwischen dem „Pulver und dem Pfropfe, der durch seinen Wi„derstand die Reaction gegen die Wände hervor „bringt, auf welchem das Zerreissen derselben be„ruht." Diese hier wörtlich ausgezogene Stelle beantwortet den einen Theil des Briefs des Anonymus. Noch können wir hinzu fügen, dass, wie man uns erzählt hat, durch die Einführung dieser Methode, zu sprengen, in den Bergwerken des Harzes, den Gewerken jährlich mehrere tausend Thaler an Pulver erspart worden sind.

Was die Theorie der Explosion betrifft, so glauben wir nicht, dass *Luft*, die sich zwischen Pulver und Kugel oder Pfropf befindet, den geringsten Antheil an der Verstärkung der Explosivkraft habe, sondern dass diese lediglich darauf beruhe, dass sich zwischen der Ladung und dem zu überwältigen-

den Hindernisse ein Zwischenraum befinde. Folgender Masen möchte ich mir diese Wirkung lieber erklären.

So geschwind sich auch das Pulver entzündet, so fehlt doch gar viel daran, dass dieses in einem Augenblicke geschehe. Es ist bekannt, dass bei starker Ladung ein Theil des Pulvers unentzündet aus dem Stücke heraus fliegt. Aus der Thatsache, dass das Pulver sich *successiv* entzündet, folgt aber, dass die elastische Flüssigkeit sich daraus *allmählig* entwickelt, und durch alle Grade von Geschwindigkeit durchgeht, die zwischen Ruhe und dem Maximum, das sie in gegebener Zeit und in einem gegebenen Raume erreichen kann, zwischen inne liegt.

Berührt die Kugel oder der Pfropf die Ladung, so werden auch sie allmählig aus der Stelle geschoben, und dabei vergrössert sich der Raum, in welchem sich die Wirkung der elastischen Flüssigkeit entwickelt, wenn auch nicht mit derselben Geschwindigkeit, womit dieser Raum sich mit jener Flüssigkeit zu erfüllen strebt, wenigstens doch immerfort, wobei keine plötzliche und heftige Reaction Statt findet.

Findet dagegen die elastische Flüssigkeit einen freien Raum vor sich, um sich vollständig entbinden zu können, bevor irgend etwas aus der Stelle gewichen ist; so wirkt sie nun mit ihrer ganzen erlangten Geschwindigkeit auf die unbeweglichen und beweglichen Wände der Pulverkammer, die sie umschliessen, und jeder Punkt der Oberfläche dieser

Kammer leidet in demselben untheilbaren Augenblicke denselben Impuls: eine Summe von Wirkungen, welcher die Cohärenz schwerlich zu widerstehen vermag; daher das Zerreissen. Die Geschwindigkeit, welche die Theilchen der elastischen Flüssigkeit erlangt haben, ist alsdann so unglaublich, dass die Trägheit der sie umgebenden beweglichen Masse, für den Augenblick, in dem sie überwunden werden soll, diese Masse eben so stark, als die Cohäsion die unbeweglichen Theile, widerstehen macht, und diese letztern, (d. h., die Wände des Gewehrs oder des Bohrlochs,) zerreissen, bevor die Kugel oder der Pfropf Zeit gehabt haben, merklich ihre Stelle zu verändern. Beide haben überdies nur einem wenig bedeutenden Theile der gesammten Expansivkraft zu widerstehen, welcher durch das Verhältniss der Oberfläche dieses beweglichen Theils zu der der ganzen Kammer bestimmt wird. Was daraus für eine Wirkung entstehen muss, das veranschaulicht der ganz gemeine Versuch, dass ein Schlag auf den Pfropf, wenn eine Bouteille ganz voll Flüssigkeit ist, und sie den Pfropf berührt, die stärkste Bouteille zerbricht; wegen der Flüssigkeit und Incompressibilität pflanzt sich nämlich der Schlag in demselben Augenblicke auf alle Theile der innern Oberfläche der Flasche fort, und dadurch wird der auf eine kleine Fläche wirkende Schlag so ausnehmend verstärkt.

Sey indess meine Theorie die wahre oder nicht, so glaube ich auf jeden Fall, alle, welche es mit

Sprengen zu thun haben, auffordern zu müssen, *beide Vortheile vereint zu versuchen:* Sand statt der Einstampfung, welcher die Arbeiter aller Gefahr überhebt; und einen Zwischenraum zwischen Ladung und Pfropf, welches an Pulver spart. Es ist nichts leichter, als beide, vermittelst eines Cylinders aus Papier oder Pappe, dessen Boden nach oben gerichtet wird und ein Loch für das Zündstroh hat, zu vereinigen. Man hätte zwischen dem Papierboden und dem Pulver 2 bis 3 Zoll Raum zu lassen, und 1 oder 2 Zoll hoch Sand darüber zu schütten, und dann wie gewöhnlich Feuer anzulegen.

Ich behalte es mir vor, bei der ersten Gelegenheit hierüber Versuche anzustellen. *)

*) Da aus Nicholson's Versuch mit dem horizontal liegenden Flintenlaufe, (oben S. 122,) und aus andern dort angeführten Versuchen zu erhellen scheint, dass das Pulver den Sand etwas fortschiebt, also sich selbst einen grössern Raum schafft, so möchte ich zweifeln, dass die Wirkung bedeutend zunehmen werde, wenn man den Sand nicht unmittelbar auf das Pulver schüttet. Auch gestehe ich, nicht recht einzusehen, warum, wenn ein Zwischenraum zwischen Pulver und Pfropf vorhanden ist, die Expansivkraft des entzündeten Pulvers plötzlich und mit einem Mahle, und nicht eben so gut allmählich, als wenn das nicht der Fall ist, auf die Wände und den Pfropf wirken sollte. Die Erhöhung der Wirkung möchte ich noch immer

lediglich dem Umſtande zuſchreiben, daſs, wenn das Pulver locker liegt, die Entzündung ſich ſchneller durch die ganze Maſſe verbreitet, und daſs bei vier Mahl mehr Raum in der Pulverkammer, als das Pulver einnimmt, ſich vier Mahl mehr elaſtiſche Flüſſigkeit entbunden haben muſs, um ſie mit gleicher Dichtigkeit zu füllen, weſshalb es längere Zeit dauern muſs, bevor in dieſem Falle derſelbe Grad der Wirkung erreicht wird, da denn das Pulver Zeit hat, ſich vollſtändig zu entzünden und mit ſeiner geſammten Kraft zu wirken.

d. H.

II.

UNTERSUCHUNGEN
über Schall und Licht,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.,
späterhin Professor d. Physik an der Roy. Instit. in London.*)

(Bearbeitet vom Direct. Vieth *in Dessau.)*

Schon längst war es meine Absicht, der Societät einige Bemerkungen über den Schall vorzulegen. Ich zog zu dem Ende, wo ich konnte, Belehrungen ein und stellte viele Versuche an. Da aber das Feld der Untersuchung sich hierbei immer mehr erweiterte, und Jahre von Musse, ja vielleicht ein ganzes Leben erfordert wird, es in seinem ganzen Umfange zu durchforschen; so will ich inzwischen der Societät einige Resultate mittheilen, welche ich aus meinen bisherigen Versuchen gezogen habe. Sie werden Folgendes betreffen: 1. die Menge von Luft, welche bei einem gegebenen Drucke durch eine Oeffnung entweicht; — 2. die Richtung und Geschwindigkeit der aus einer Oeffnung hervor strömenden Luft; — 3. Sichtbarmachung der Natur des Schalles; — 4. Geschwindigkeit des Schal-

*) Aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Society of London for the Year* 1800, p. 106 f. Man vergleiche den vorigen Band der *Annalen*, S. 272. *d. H.*

les; — 5. Tönende Höhlungen; — 6. den Grad der Divergenz und — 7. die Abnahme des Schalles; — 8. harmonische Töne der Pfeifen; — 9. die Vibrationen verschiedener elastischer Flüssigkeiten; — 10. die Analogie zwischen Schall und Licht; — 11. das Zusammenschmelzen musikalischer Töne; — 12. die Zahl der Schwingungen für einen gegebenen Ton; — 13. die Schwingungen der Saiten; — 14. die Schwingungen von Stäben und Platten; — 15. die menschliche Stimme; — und 16. die Temperatur der musikalischen Intervalle.

1. *Luftmenge, die bei einem gegebenen Drucke durch eine Oeffnung entweicht.*

Vor den Hals eines weiten gläsernen Trichters wurde ein Stück Blase gespannt, und in dieses mit einer heissen Nadel ein Loch gestochen. Dieser Trichter wurde umgekehrt in ein Gefäss mit Wasser gesetzt, und mit der Luft im Innern desselben eine Art von Barometerprobe, [mit Wasser,] mit graduirter Glasröhre, [eine so genannte Windwage,] so verbunden, dass sie den Druck maass, unter welchem sich die Luft bei verschiedenen Wasserhöhen befand. Da die Luft aus dem in die Blase gestochenen Loche allmählich entwich, so füllte man in gleichen Zwischenzeiten Flaschen voll Luft von bekanntem Inhalte nach, und zwar so häufig, dass die Windwage während jedes Versuchs auf der Höhe stehen blieb, welche in der folgenden Tabelle in der zweiten Columne in englischen Zollen angege-

ben wird. In der ersten findet man die Grösse der in die Blase gestochenen kreisförmigen Oeffnung in Theilen eines englischen Quadratzolles, und in der dritten die Menge von Kubikzollen Luft, welche aus dieser Oeffnung in einer Minute entwichen. (Alle Maasse in diesem Aufsatze sind in Zollen, Quadratzollen und Kubikzollen, und zwar nach englischem Maasse ausgedruckt, wenn nicht das Gegentheil ausdrücklich erinnert wird.)

	Oeffnung.	Druck.	Luftmenge.
1	0,00018 Q. Z.	0,25 Zoll.	3,9 K. Z.
2	0,00018	0,58	11,7
3	0,00018	1,	15,6
4	0,001	0,046	7,8
5	0,001	0,2	15,6
6	0,001	0,8	31,2
7	0,004	0,35	46,8

Man sieht aus diesen Versuchen, dass die Menge von Luft, welche durch eine gegebene Oeffnung entweicht, nahe im Verhältnisse der Quadratwurzeln des Drucks steht, und dass bei einerlei Druck das Verhältniss der entweichenden Luftmenge zwischen das Verhältniss der Durchmesser und der Flächen der Oeffnungen fällt.

Folgende Versuche wurden, mit einigen Veränderungen im Apparate, angestellt: die beiden ersten mit Röhren, deren Oeffnung und Länge in den beiden ersten Columnen der folgenden Tafel angegeben sind; der dritte mit einer am Ende oval gemachten Glasröhre, deren Durchmesser 0,025 und 0,125 Zoll betrugen.

Verf.	Oeffnung.	Länge.	Druck.	Luftmenge.
1	0,07 Q. Z.	1 Z.	1 Z.	2000 K. Z.
	0,07	2	1	2900
2	0,0064	1,15	0,2	46,8
	0,0064	10	0,45	46,8
	0,0064	13,5	0,35	31,2
	0,0064	13,5	0,7	46,8
3	0,003		0,28	46,8

Vergleicht man diese mit Röhren angestellten Versuche mit den vorigen, wo die Oeffnung eine einfache Durchbohrung war,* so zeigt sich, dass auch hier wie beim Wasser eine kurze Röhre das Ausströmen vermehrt.

2. *Richtung und Geschwindigkeit der einströmenden Luft.*

Mit einem Reservoir, worin Luft unter einem bestimmten Drucke erhalten wurde, war eine sehr empfindliche Windwage verbunden,. welche selbst die geringen Variationen anzeigte, die jeder Schlag des Herzens in einem Luftstrome hervor bringt, den man gleichförmig aus der Lunge bläst. Die Luft strömte aus dem Reservoir durch eine cylindrische Röhre herabwärts auf eine weisse Platte, worauf eine Scale von gleichen Theilen gestochen war. Man überzog diese Platte mit einer dünnen Lage einer gefärbten Flüssigkeit und beobachtete nun die Grösse der Stelle, welche durch den Luftstrom in verschiedenen Entfernungen von der Oeffnung der Röhre trocken gemacht wurde, wobei

man ftets Sorge trug, die Flüffigkeit fo dünn aufzutragen, dafs die geringfte Einwirkung der Luft fie fortnahm. Den Erfolg diefer Verfuche enthält die folgende Tabelle.

Oeffnung der Röhre	0″,07				0″,1	
Abftand von der Platte	1″	2″	3″	3″,8	1″	2″
Druck in Wafferhöhe ausgedruckt	Dur	chm	effd.	getro	ck. S	telle.
1″	0″,1	0″,1	0″,1		0″,1	0″,1
2	0,12	0,12	0,2		0,13	
3	0,17	0,25	0,3		0,2	0,2
4	0,2	0,4	0,4		0,2[illegible]	0,3
5	0,25	0,5				
6	0,3	0,52			0,3	0,4
7	0,35	0,54	0,5		0,35	0,5
8	0,37	0,56				
9	0,39	0,58				
10	0,40	0,6	0,6	0,5	0,35	0,6
15		0,7			0,35	0,7
18	0,50					
20					0,35	0,7

Auf Taf. V find in Fig. 1 — 6 einige Refultate diefer Verfuche mit einer Röhre von 0″,07 im Durchmeffer abgebildet, und zwar der Folge nach bei 1″; 2″; 3″; 4″; 7″ Druck.

Um die Gefchwindigkeit des entweichenden Luftftroms an verfchiedenen Stellen mit mehr Genauigkeit und Präcifion zu meffen, wurde ein zweites hohles Gefäfs mit einer Windwage eingerichtet. In die Mündung diefes Gefäfses liefsen fich Platten mit Durchbohrungen von verfchiedenen Durchmeffern einfetzen. Die Achfe des Luftftroms wurde ftets fo genau als möglich auf die Mitte diefer Oeffnungen gerichtet. Den Erfolg diefer Verfuche bei verfchiedenem Drucke und verfchiedener Entfernung zeigt folgende Tafel:

Durchmesser der Röhre.	0″,06		0″,1				0″,1			
Abstand der ihr gegen über stehenden Oeffnung.	0,5		0,5				1			
Durchmesser dieser Oeffnung.	0,06	0,15	0,06	0,15	0,3	0,5	0,06	0,15	0,3	0,5
Druck nach der ersten Windwage.	Stand der zwei-									
0,1	0,083		0,05	0,05			0,03			
0,2	0,16		0,1	0,1			0,12	0,08	0,02	
0,3	0,25	0,1								
0,4	0,35									
0,5	0,45		0,2	0,22			0,1*	0,00		
0,6	0,53	0,2								
0,7	0,6									
0,8		0,3								
1,	0,5		0,32	0,36	0,1		0,17	0,1	0,1	0,05
1,2	0,4	0,4								
1,5	0,6									
2	0,67	0,55	0,52	0,6	0,2		0,28	0,22	0,21	0,08
3			0,8	0,9	0,3		0,4	0,36	0,32	0,12
4	0,3	1	1,1	1,2	0,4		0,58	0,52	0,42	0,16
5				1,5	0,5		0,8	0,68	0,52	0,2
6				1,7	0,6		1	0,83	0,63	0,25
7				1,9	0,7		1,2	1,	0,75	0,3
8		2		2,1	0,8		1,5	1,2	0,88	0,34
9	0,3			2,3	0,9		1,7	1,4	1	0,37
10				2,6	1		1,9	1,6	1,1	0,4
14	0,5									

*** Die beiden Zahlen, zwischen welchen dieses Zei-**

0'',1			0'',1			0'',3				0'',3			0'',3
2			4			1,15				3,3			4
0,06	0,3	0,5	0,06	0,3	0,5	0,15	0,3	0,5	1	0,06	0,15	1	0,06

ten Windwäge.

0,017													
0,034													
0,00						0,1	0,1	0,1					
0,04						0,2	0,2	0,2					
0,07						0,4	0,35	0,34	0,13	0,1	0,1	0,125	
0,12	0,1	0,1				0,6	0,5	0,5	0,2	0,15	0,15	0,18	0,1
0,18	0,15	0,14											
0,23	0,2	0,18	0,04	0,04	0,05								
0,3	0,25	0,22	0,05	0,05	0,06								
0,35	0,3	0,26	0,06	0,06	0,07								
0,4	0,34	0,3	0,07	0,07	0,07								
0,45	0,37	0,34	0,08	0,08	0,08								
0,5	0,4	0,37	0,09	0,09	0,09								

chen steht, scheinen fehlerhaft zu seyn.

Fig. 7 — 12, Taf. V, veranschaulichen einige der Resultate, die mit einer Röhre von 0'',1 Oeffnung erhalten wurden, und zwar beziehen sich die ausgezeichneten Linien auf die Versuche mit der Windwage und einer feuchten Platte; die punktirten Linien hingegen auf die Versuche mit zwei Windwagen. Man sieht aus dieser Vergleichung, daſs da, wo der Luftstrom eine geringe Geschwindigkeit hatte, der mittelste Theil desselben allein die Feuchtigkeit wegnahm, daſs dagegen der Luftstrom, wenn er bei einer groſsen Geschwindigkeit auf ein Hinderniſs stöſst, einen seinen Querschnitt etwas übertreffenden Kreis von Feuchtigkeit wegnimmt. Der Druck war in den hier abgebildeten Versuchen der Reihe nach 1''; 2''; 3''; 4''; 7''; 10''.

Da die Geschwindigkeit des Stroms, so wohl nach der allgemein angenommenen Meinung als nach den bereits erzählten Versuchen, sich ziemlich nahe wie die Quadratwurzel des Drucks verhält, von welchem er veranlaſst wird; so läſst sich schlieſsen, daſs ein eben so groſser Druck erfordert wird, um seinen Fortgang zu hemmen, und daſs die Geschwindigkeit des Stroms da, wo er gegen die Oeffnung stöſst, sich wie die Quadratwurzel des Drucks verhalten müsse, welche die Windwage anzeigt. Dem gemäſs sind die Ordinaten der krummen Linien, Fig. 13 — 23, in dem umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln des Drucks genommen, welchen die zweite Windwage in verschiedenen Entfernungen angab. Diese Entfernungen der Oeffnungen des

des ersten und zweiten Gefäſses von einander ſtellen hier die Abſciſſen vor. Jede Figur iſt für einen verſchiedenen Grad des Drucks im erſten Gefäſse gezeichnet. Die zunächſt an der Achſe befindliche krumme Linie iſt aus den Beobachtungen hergeleitet, wo die der Röhre entgegen ſtehende Oeffnung nicht gröſser war als die Oeffnung der Röhre ſelbſt; ſie zeigt, wie groſs der Durchmeſſer des Luftſtroms ſeyn würde, wenn die Geſchwindigkeiten aller in einem und eben demſelben Querſchnitte liegenden Lufttheilchen unter ſich gleich wären. Da die Theilchen, welche nahe bei der Achſe, alſo nahe am Mittelpunkte des Querſchnittes liegen, in ihrer Bewegung weniger gehindert werden, als die dem Umfange näher liegenden, ſo muſs ſich nothwendig die Geſchwindigkeit durch die zweite Windwage deſto gröſser ergeben, je weniger von den letztern langſamer bewegten Lufttheilchen in die Oeffnung dringen, das heiſst, je kleiner die der Mitte des Stroms entgegen gekehrte Oeffnung iſt. Indeſs iſt der Unterſchied nicht ſonderlich merklich, ſo lange dieſe Oeffnung nicht gröſser als die der Röhre iſt. Wenn die Oeffnung gröſser als die der Röhre und der Abſtand beider von einander nur ſehr geringe iſt, ſo wird begreiflich die zweite Windwage eine weit geringere Geſchwindigkeit anzeigen, als wenn die Oeffnung kleiner wäre. In gröſserm Abſtande aber, wo der Querſchnitt des Luftſtroms ungefähr ſo groſs wird, wie die entgegen gekehrte Oeffnung, iſt der Unterſchied der Geſchwindigkei-

ten, die sich bei dieser und einer kleinern Oeffnung ergeben, weniger beträchtlich. Zuweilen scheint sich sogar bei der gröſsern Oeffnung eine gröſsere Geschwindigkeit zu ergeben, welches zum Theil daher rühren mag, daſs die enge Oeffnung nicht recht genau in der Achse des Stroms gehalten wurde, hauptsächlich aber wohl von dem Entgegenströmen der Luft an den Seiten der Oeffnung. In diesem Falle kommen die äuſsern Curven eine kleine Strecke hindurch der Achse näher als die innere Curve und gehen nachher sehr nahe an dieser innern fort. (Die eben genannten äuſsern Curven beziehen sich nämlich auf eine entgegen gekehrte Oeffnung, deren Halbmesser der ersten Ordinate der Curve gleich ist.) Aus dem Beisammenbleiben der Curven erhellet, daſs der Luftstrom im Ganzen innerhalb des körperlichen Raums begränzt bleibt, der durch die Umdrehung der innern Curve um die Achse beschrieben wird. Der Winkel, unter welchem diese Curve an irgend einer Stelle gegen die Achse geneigt ist, erreicht nicht leicht 10 Grad.

Aus der Beobachtung einer Lichtflamme am Blaserohre läſst sich eben dasselbe schlieſsen. Die Flamme divergirt nicht auſser den engen Gränzen des Luftstroms; sie wird vielmehr an einer Stelle von der umgebenden Luft gegen die Achse des Stroms hingedrängt, um die Luft zu ersetzen, welche sie durch Reibung mit sich fortgerissen hat. Die Mittheilung der Bewegung zur Seite, welche der Professor Venturi scharfsinnig und genau bei dem

Waſſer beobachtet hat, *) iſt vollkommen derjenigen ähnlich, die hier bei der Luft Statt findet, und die Verſuche bei der Luft rechtfertigen ihn vollkommen, daſs er den Zuſammenhang des Waſſers als Urſache davon verwirft. Unſtreitig liegt der Grund davon in der relativen Lage der Theilchen des Fluidums in der Linie des Stroms zu der Lage der Theile in den angränzenden Schichten, welche von der Art iſt, daſs ſie natürlich auf Mittheilung der Bewegung ungefähr in paralleler Richtung hinleitet; und dies kann füglich *Friction* genannt werden. Der Seitendruck, welcher die Lichtflamme gegen den Luftſtrom aus dem Blaſerohre hindrängt, iſt wahrſcheinlich ganz ähnlich dem Drucke, welcher die Beugung eines Luftſtroms nahe bei einem ihm im Wege ſtehenden Hinderniſſe verurſacht. Man betrachte das Grübchen, welches durch einen Luftſtrom auf der Oberfläche des Waſſers gemacht wird, bringe nun einen convexen Körper mit den Seiten des Luftſtroms in Berührung, und man wird ſogleich an der veränderten Stelle des Grübchens wahrnehmen, daſs der Strom gegen den Körper zu gebeugt wird. Iſt umgekehrt der Körper in jeder Richtung frei beweglich, ſo wird *er* gegen den Strom zugedrängt, gerade ſo, wie in Venturi's Verſuchen eine Flüſſigkeit in einer Röhre in die Höhe getrieben wurde, die ſeitwärts an einer an-

*) Venturi's Unterſuchungen findet man in den *Annalen*, II, 418 f. *d. H.*

R 2

gebracht war, durch welche Waſſer ſtrömte. Ein ſolches Entgegenſtehen eines Hinderniſſes in der Richtung des Windes iſt wahrſcheinlich oft die Urſache vom Rauchen der Schornſteine.

Ein Umſtand wurde in dieſen Verſuchen beobachtet, welcher ſehr ſchwer zu erklären iſt und zu wichtigen Folgerungen leitet. Man kann die Erſcheinung dem Auge deutlich darſtellen, wenn man einen Strom von Rauch ſanft durch ein feines Rohr bläſet. Wenn die Geſchwindigkeit ſo geringe als möglich iſt, ſo geht der Strom eine Strecke von mehrern Zollen hindurch, ohne ſich merklich zu erweitern, und dann divergirt er auf Ein Mahl unter einem beträchtlichen Winkel und bildet ſich zu einem Kegel, Fig. 24, und in dem Punkte der Divergenz iſt eine hörbare und ſelbſt ſichtbare Erzitterung. *) Auch am Löthrohre läſst ſich dieſe Erſcheinung beobachten. In ſo fern man aus der Bewegung der Flamme urtheilen kann, ſcheint der Strom in der Oberfläche des Kegels ſich gleichſam in einem Wirbel zu drehen; aber die Bewegung iſt

*) Ich muſs hier eine Anmerkung machen, die für mehrere andere Stellen dieſes Auffatzes zugleich gelten mag, daſs ich nämlich, vorzüglich in zweifelhaften Fällen, *treu* überſetze, daſs mir aber Young nicht immer deutlich ſich auszudrucken ſcheint. Hier iſt nun der *Ausdruck* zwar gar nicht undeutlich „*audible and even viſible vibration.*“ Aber die *Sache! Hörbare* Erzitterung in einem *Rauchſtrome?* — Ich habe doch ſonſt ein ziemlich leiſes

zu schnell, um deutlich wahrgenommen zu werden. Wenn der Druck, der den Rauchstrom forttreibt, gröfser wird, so rückt die Spitze des Kegels näher nach der Oeffnung der Röhre zu, (Fig. 25, 26,) aber kein Grad des Drucks scheint seine Divergenz wesentlich zu ändern. Der Abstand der Spitze des Kegels ist dem Durchmesser des Stroms nicht proportional; vielmehr scheint er desto gröfser zu seyn, je dünner der Strom ist; auch ist er bei einem dünnen Strome bestimmter begränzt, als bei einem dicken.

Bei Versuchen mit einer Röhre von 0,1 Zoll im Durchmesser fand sich Folgendes:

Druck nach d. Windwage	0,4	0,8	1,2	1,8	2	4
Abstand des Kegels von d. Oeffnung der Röhre	6	3	1,5	1	0,5	0,0

Andere Versuche gaben die Entfernungen bei denselben Graden des Drucks beträchtlich geringer. Aus den Zahlen der Tafel auf Seite 254 sieht man, dafs in verschiedenen Fällen eine gröfsere Höhe der ersten Windwage eine geringere bei der zweiten zur Folge hat: dies rührt von der gröfsern Annäherung

Gehör und habe manchen Rauchstrom durch die Tabakspfeife geblasen, aber ich gestehe, dafs es mir nie gelungen ist, eine Erzitterung darin zu hören. Wer das kann, der müfste wirklich auch das Gras wachsen hören. Young hätte wenigstens lieber sagen sollen: *visible and even audible*, weil das Hören hier gewifs mehr sagen will, als das Sehen. *V.*

der Spitze des Kegels an die Oeffnung der Röhre her, wobei dann der Strom durch ſeine frühere Divergenz mehr an Geſchwindigkeit verliert, als er durch den gröſsern Druck gewinnt. Auf den erſten Blick hat die Form des Luftſtroms Aehnlichkeit mit der *vena contracta* eines Waſſerſtrahls; aber Venturi hat beobachtet, daſs bei dem Waſſer ein vergröſserter Druck auch den Abſtand der verengerten Stelle des Strahls von der Oeffnung der Röhre vergröſsert.

Sollte wohl die Leichtigkeit, womit verſchiedene Spinnen, wie man behauptet, ihre feinen Fäden auf eine groſse Weite fortwerfen, von dem geringen Grade von Geſchwindigkeit abhängen, womit dieſe fortgeſtoſsen werden, indem ſie gleich einem dünnen Strome wenig Widerſtand von der Luft erleiden und ihren Weg eine ziemliche Zeit lang fortſetzen? *)

3. *Sichtbarmachung der Natur des Schalles.*

Eine Röhre, ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer mit einer Seitenöffnung, $\frac{1}{2}$ Zoll vom Ende, ein wenig tiefer als bis an die Achſe der Röhre eingeſchnitten, (Fig. 27,) wurde in die Spitze eines koniſchen Gefäſses [Trichters] eingeſetzt und dicht verkittet. Die Röhre gab angeblaſen, wenn die

*) Herr Young bringt hier ziemlich heterogene Dinge zuſammen. Ob übrigens das Factum von den Spinnen gegründet ſey, überlaſſe ich den Araneologen, zu unterſuchen. *V.*

konische Höhlung etwa 20 Kubikfuſs Luft enthielt, den Ton c; ſo wie aber der Raum der Höhlung ſtufenweiſe bis zu einigen Gallonen vergröſsert wurde, ſo würde der Ton mit demſelben Mundſtücke immer tiefer und tiefer, bis es kein menſchlicher Ton mehr war. Vor dieſer Periode war eine Art von Bebung hörbar, und dieſe verwandelte ſich, bei noch mehr vergröſserter Höhlung, in eine Folge einzeln hörbarer Schläge, ähnlich dem Geräuſche, welches man mit den Lippen macht, wenn man die Luft heraus ſtöſst, etwa 3 bis 4 in einer Secunde. Dieſe Schläge waren ohne Zweifel die einzelnen Vibrationen, welche, wenn ſie ſchnell genug auf einander folgen, dem Gehörnerven die Empfindung eines Tons geben. Wenn ein Strom von Rauch durch die Röhre geblaſen wurde, ſo war die vibrirende Bewegung des Stroms, indem er durch die Seitenöffnung ging, dem Auge ſichtbar, obgleich verſchiedener Umſtände wegen die Gröſse und Richtung der Bewegung keiner genauen Meſſung konnte unterworfen werden. Dieſe Art von tönender Höhlung ſcheint nur weniger harmoniſcher Töne fähig zu ſeyn. Man bemerkte, daſs ein ſchwaches Blaſen ſchnellere Schwingungen hervor brachte, als ein ſtärkeres, welches der Gröſse der Höhlung angemeſſener ſchien. Ein ähnlicher Umſtand findet auch bei weiten Orgelpfeifen Statt. Wir übergehen aber hier der Kürze wegen mehrere kleine Beobachtungen dieſer Art, wiewohl ſie übrigens der Beachtung nicht unwerth ſeyn möchten, um eine

Theorie vom Urſprunge der Vibrationen aufzuſtellen, oder eine, die aus andern Quellen hergenommen wäre, zu beſtätigen. Für ſich allein würden ſie doch nicht hinlänglich ſeyn, um allgemeine Reſultate daraus herzuleiten.

4. *Geſchwindigkeit des Schalles.*

La Grange und andere haben bewieſen, daſs jede Bewegung, die irgend einem Theilchen einer elaſtiſchen Flüſſigkeit mitgetheilt wird, ſich durch dieſe Flüſſigkeit mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit fortpflanzt, die lediglich von der Beſchaffenheit des Fluidums beſtimmt wird, und von jedem angenommenen Geſetze über die Fortpflanzung des Eindrucks unabhängig iſt. Das Theorem, wodurch ſie dieſe Geſchwindigkeit beſtimmen, iſt daſſelbe, welches Newton aus der Hypotheſe eines beſondern Geſetzes der Fortpflanzung herleitet. Man muſs aber geſtehen, daſs die Reſultate der Theorie etwas zu weit von denen der Erfahrung abweichen, um ein vollkommenes Zutrauen in jene zu ſetzen. *) Den Berichtigungen durch Verſuche verſchiedener Beobachter gemäſs, iſt bei der gemeinen Luft die Geſchwindigkeit, womit ein Eindruck fortgepflanzt wird, im Mittel auf 1130 engliſche Fuſs in 1 Secunde zu ſetzen.

*) Man vergleiche hiermit die Gedanken der Herren Biot, Brandes und Prechtl in den *Annalen*, XVIII, 385 f., und XXI, 449, über dieſe ſcheinbare Abweichung. *d. H.*

5. *Tönende Höhlungen.*

La Grange hat auch bewiesen, daſs jeder Eindruck mit eben der Geschwindigkeit von einem Körper, der ein elastisches Fluidum begränzt, zurück geworfen wird, mit welcher er zu diesem Körper gelangte. Wenn die Wände eines Ganges oder eines leeren Zimmers glatt und parallel sind, so giebt jede Explosion, jedes Stampfen mit dem Fuſse, u. dgl., der Luft einen Eindruck, welcher von einer Wand zur andern, und von dieser in das Ohr reflectirt wird, nahe in derselben Richtung, wie die ursprüngliche Erschütterung; und dies geschieht so oft in 1 Secunde, als die doppelte Breite des Ganges in 1130 Fuſs enthalten ist. Das Ohr erhält also die Empfindung eines musikalischen Tons, dessen Höhe sich nach der Breite des Ganges richtet. Wenn man den Versuch macht, so wird sich der Erfolg vollkommen mit dem eben Gesagten überein stimmend finden. Wenn der Ton vorher bestimmt, und die Menge der Schwingungen so beschaffen ist, daſs jeder Schlag, nachdem er zwei Mahl zurück geworfen worden, mit dem folgenden unmittelbar von dem klingenden Körper herkommenden zusammen trifft, so wird die Stärke des Schalles durch die Zurückwerfung sehr vergröſsert; so auch, in geringerm Grade, wenn der zurück geworfene Schlag mit dem zweiten, dritten, u. s. w., der directen Schläge, (welche auf den ersten folgen,) zusammen trifft. Der einem Zimmer eigenthümliche Ton kann sogleich entdeckt werden, wenn

man die Scale darin singt, und man wird finden, dass er immer von dem Verhältnisse der Länge oder der Breite des Zimmers zu 1130 Fuss abhängt. *)

*) Zu Versuchen dieser Art sind schmale Zimmer mit platten und hohen Wänden am besten. Dasjenige, welches ich gewöhnlich bewohne, ist ungemein tönend. Es ist $10\frac{1}{2}$ Fuss rheinl. breit. Wenn keine Bücherrepositoria darin sind, so giebt jede einfache Explosion, z. B. Klatschen mit der Hand, Schnalzen mit der Zunge, u. dgl., ganz bestimmt den Ton *A* nach hiesiger Stimmung; aber es ist schwer, zu unterscheiden, ob Contra-*A*, oder Gross-*A*, oder ungestrichen *a*. Nachdem der Schall selbst verschieden ist, scheint eins oder das andere Statt zu finden. Schlägt man die Hände hohl zusammen, so scheint auch eine tiefere Octave zu resoniren, als wenn man sie flach zusammen schlägt; aber immer ist es *A*, wenn nämlich der ursprüngliche Schall selbst nicht ein bestimmter musikalischer Ton, sondern nur eine blosse Explosion ist. Nimmt man 1100 Fuss rheinl. für die Weite, durch welche der Schall in 1 Sec. geht und dividirt dies mit der Breite des Zimmers $10\frac{1}{2}$, so erhält man 104,7; . . man kann also als runde Zahl 100 Repercussionen in 1 Sec. annehmen, welches denn Contra-*A* nach jetziger ziemlich hoher Stimmung hervor bringt.

Ich bemerke bei dieser Gelegenheit noch zweierlei: *erstens* eine Verschiedenheit zwischen Euler's Theorie und Sarti's Versuchen. Euler findet für *a* ungestrichen [musical notation] 392 Schwingungen; dies ist nach damahliger Stimmung zu ver-

Der Ton in den gedackten *Orgelpfeifen* wird auf eine ähnliche Art wie der von einer Explosion in einem Gange hervor gebracht, und der Ton der

stehen; man kann bei jetziger Zeit, wo Preise, Künste und Saitenstimmung immer höher getrieben werden, für *a* ohne Bedenken 400 nehmen, welches denn auch vortrefflich mit der eben erwähnten Resonanz überein trifft. Sarti aber fand, wie in den *Annalen*, XXI, 278, erwähnt ist, für $\overline{a}$, (eingestrichen *a*,) vermittelst des Pulsirens unreiner Unisone 436 Schwingungen. Das stimmt nun mit Obigem nicht gut. Sarti meint Doppelschwingungen, das gäbe dann aber 872 einfache, welches eingestrichen *a* sehr hoch gäbe. Ob man in dem Petersburger Orchester eine so hohe Stimmung hat, weiss ich nicht bestimmt. Chladni nimmt dies an, (*Akustik*, S. 35, §. 29, Anm.)

Die *zweite Bemerkung*, die mir bei dieser Stelle einfällt, betrifft eine Stelle in Chladni's *Akustik*. Im §. 212, Seite 246, heisst es so: „Wenn die „Wiederhohlungen stark und schnell genug erfol„gen, so könnte man hier fast behaupten, dass „durch einen einfachen Stoss ein eigentlicher Klang „erregt werde." Was mir hierbei auffiel, war der *modus potentialis: man könnte fast behaupten.* Ich wundere mich, dass Chladni, der so musterhaft den Weg der Versuche geht, nicht bestimmt hierüber aus Versuchen spricht. Das Phänomen ist gar nicht zweifelhaft, und zeigt sich in unzähligen leeren Zimmern und Gallerieen, die hinlänglich geringe Weite und hinlänglich grosse Höhe haben. Aeusserst stark und bestimmt habe ich diesen *Repercussionston* unter andern zwischen einer

Rohrpfeifen in einer Orgel auf ähnliche Art wie die Resonanz der Stimme in einem Zimmer, — indem die Länge der Pfeife in jenen die Höhe des Tons bestimmt, in diesen die Stärke vermehrt. Die Zahl der Schwingungen hängt unmittelbar durchaus nicht vom Durchmesser der Pfeife ab. Man muss gestehen, dass in Erklärung der eigentlichen Entstehungsart der Luftschwingungen in den Orgelpfeifen, noch viel zu thun übrig ist. Daniel Bernoulli hat verschiedene schwierige hierher gehörige Probleme aufgelöst; dennoch sind viele seiner Voraussetzungen nicht nur willkührlich, sondern auch sogar gegen die Erfahrung.

6. *Verbreitung des Schalles.*

Man hat, vorzüglich auf Newton's Autorität hin, allgemein angenommen, dass, wenn irgend ein Ton durch eine Oeffnung in ein Zimmer gelassen wird, derselbe sich von dieser Oeffnung gleichförmig nach allen Richtungen verbreiten müsse. Die Hauptargumente für diese Meinung sind aus der Betrachtung der Erscheinungen beim Drucke der Flüssigkeiten und der Bewegung der Wellen in einem stehenden Wasser hergenommen.

Aber es scheint doch, dass man hier etwas übereilt geschlossen habe. Es ist ein wesentlicher Un-

Kirche und dem nahe dabei abgesondert stehenden Glockenthurme in einem Dorfe, Wattwarden, (in der Herrschaft Jever,) bemerkt, wo ich einen Theil meiner Jugend verlebte. *V.*

terschied zwischen Stoss und Druck. Bei den Wasserwellen ist die bewegende Kraft in jeder Stelle die Schwere, welche ursprünglich senkrecht wirkt, und nur durch besondere Umstände sich in eine horizontale Kraft nach der Richtung der Fortpflanzung der Wellen verwandelt, so dass sie diese in jedem Augenblicke nach jeder Richtung fortzupflanzen fähig ist; hingegen der Stoss, der einem elastischen Fluidum mitgetheilt wird, wirkt ursprünglich in der Richtung seines Fortganges.

Wenn man jemanden durch ein Sprachrohr zuruft, so richtet man dieses bekanntlich nach der Gegend hin, wo der Hörer steht; und ein sehr achtungswerthes Mitglied der königlichen Societät hat mir versichert, dass der Knall einer Kanone oft stärker gehört werde, wenn man in der Gegend steht, gegen welche sie abgefeuert wird, als in der entgegen gesetzten. Es ist eine gemeine Erfahrung, dass das Getöse einer Mühle, eines Wasserfalles, u. dgl., stärker gehört wird, wenn man um eine Ecke herum kömmt, so dass nun nicht mehr ein Haus oder ein anderes Hinderniss den Schall auffängt; und Euler hat schon angemerkt, dass wir keinen für den Schall ganz undurchdringlichen Körper kennen. In der That würde, wie Lambert ganz richtig anführt, die ganze Theorie des Sprachrohrs, die sich doch durch Erfahrung bewährt, gänzlich umgestossen werden, wenn man beweisen könnte, dass der Schall sich gleichförmig nach allen Richtungen verbreite. Bei windigem Wetter kann man oft be-

merken, dafs der Schall einer entfernten Glocke oft fast augenblicklich in feiner Stärke verändert wird, fo dafs er das eine Mahl aus einer wohl doppelt fo grofsen Entfernung herzukommen fcheint als das andere Mahl, wie dies auch von einem andern ungemein genauen Beobachter von Naturerfcheinungen wahrgenommen ift. Wenn aber der Schall fich gleichförmig nach allen Richtungen verbreitet, fo könnte die Veränderung, welche der Wind verurfacht, niemahls über $\frac{1}{10}$ der fcheinbaren Entfernung betragen. Hingegen bei Vorausfetzung einer beinahe geradlinigen Bewegung kann es fich gar wohl ereignen, dafs eine geringe Aenderung in der Richtung des Windes den Schall entweder direct oder reflectirt mit fehr verfchiedenen Graden der Stärke zu derfelben Stelle hinführt.

Nach den oben [S. 260] erzählten Verfuchen über die Bewegung eines Luftftroms läfst fich vermuthen, dafs ein Schall, der durch eine Oeffnung auf eine beträchtliche Weite von feinem Urfprunge fortgepflanzt wird, mit faft unmerklicher Divergenz in derfelben Richtung fortgehe: denn die wirkliche Gefchwindigkeit der Lufttheilchen in dem ftärkften Schalle ift ohne Vergleich geringer, als die Gefchwindigkeit des langfamften Luftftroms in den erwähnten Verfuchen, wo die konifche Divergenz am weiteften von der Oeffnung anfing. Dr. Matthew Young hat nicht ohne Grund dem Herrn Hube den Einwurf gemacht, dafs die Wirklichkeit einer Verdichtung eine Divergenz in dem

Schalle verursachen müßste; aber in den erwähnten Luftströmen muſs ein weit gröſserer Grad von Verdichtung Statt gefunden haben, als bei irgend einem Schalle. Es iſt freilich ein Unterſchied zwiſchen einem Luftſtrome und dem Schalle, nämlich daſs bei dem letztern die Bewegungen der verſchiedenen Lufttheilchen nicht gleichzeitig ſind; aber es läſst ſich nicht beweiſen, daſs dieſer Umſtand auf die Divergenz der Bewegung Einfluſs haben ſollte, ausgenommen in dem Augenblicke ihres Entſtehens, und vielleicht auch da nicht in einem bedeutenden Grade, denn überhaupt wird die Bewegung nur mit ſehr allmähligem Wachsthume an Stärke mitgetheilt. *)

Der Gegenſtand verdient indeſs auf jeden Fall eine nähere Unterſuchung, und ich habe mir, ſo bald es die Umſtände erlauben, eine Reihe von Verſuchen vorgeſetzt, um die Sache beſſer zu begründen und die verſchiedene Stärke eines in irgend einer gegebenen Richtung erregten Schalles in verſchiedenen Entfernungen von der Achſe der Bewegung, ſo genau als möglich, auszumitteln.

7. *Abnehmen des Schalles.*

Ueber das Abnehmen des Schalles giebt es verſchiedene Meinungen. L a G r a n g e hat eine Berechnung bekannt gemacht, nach welcher *die Stärke*

*) *For, in general, the motion is communicated with a very gradual increaſe of intenſity.*

des Schalles beinahe in dem einfachen Verhältnisse der Entfernungen abnehmen müfste, und Daniel Bernoulli's Gleichungen für die Töne konischer Pfeifen leiten auf ähnliche Schlüsse; eben das würde sich aus den Raisonnements der Herren Helsham, Matthew Young und Venturi ergeben. Mac Laurin hat sehr elegant bewiesen, was auch auf eine simplere Art gezeigt werden kann, dass, wenn eine Bewegung einer Reihe von elastischen Körpern mitgetheilt wird, wovon immer einer gröfser als der andere, und die Anzahl von Körpern unendlich grofs, ihr Unterschied aber unendlich klein ist, alsdann die Bewegung des letztern zu der des erstern in dem Verhältnisse der Quadratwurzeln ihrer Gröfsen stehe; und da concentrische sphärische Luftschichten im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen stehen, so wird die Bewegung in diesem Falle sich direct und *die Geschwindigkeit sich umgekehrt wie die Entfernung verhalten.* *) Aber so richtig dies für den ersten Stofs

*) Wenn Masse, Geschwindigkeit, Quantität der Bewegung, und Entfernung, nach der Ordnung durch $\begin{Bmatrix} M, & C, & Q, & D \\ m, & c, & q, & d \end{Bmatrix}$ bezeichnet werden, so ist bekantlich $Q : q = MC : mc$.
Wenn nun nach Mac Laurin „*motion is in subduplicate ratio of the magnitudes*";
also $Q : q = \sqrt{M} : \sqrt{m}$ und nach
obigem $M : m = D^2 : d^2$,
so ist $Q : q = D : d$,
d. h.

Stoſs ſeyn mag, ſo wird doch, wenn man die Rechnung etwas weiter fortführt, erhellen, daſs jeder der elaſtiſchen Körper, den letzten ausgenommen, einen Stoſs in rückwärts gehender Richtung bekömmt, welches zuletzt die Wirkung des folgenden Stoſses hindert, um ſo mehr, als eine ähnliche Urſache die Wirkung des vorher gehenden befördert, *(as much as a ſimilar cauſe promoted that of the preceding one;)* und da nun der Schall als eine unendliche Menge von Stöſsen anzuſehen iſt, ſo muſs die Bewegung der letzten Schicht genau mit der der erſten gleich ſeyn; und in ſo fern dieſe Art, zu ſchlieſsen, zuläſſig iſt, *muſs der Schall im Verhältniſs des Quadrats der Entſernungen abnehmen.* *)

d. h., die Bewegung direct wie die Entſernung, (wie oben geſagt iſt.) Ferner:

Wenn alſo $Q : q = D : d$

d. h. $MC : mc = D : d$

ſo iſt $C : c = \frac{D}{M} : \frac{d}{m}$

oder da hier $M : m = D^2 : d^2$

ſo iſt $C : c = \frac{D}{D^2} : \frac{d}{d^2}$

d. i. $C : c = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$,

oder $C : c = d : D$, (wie oben geſagt iſt.) Dies würde mit La Grange's Satz überein ſtimmen. *V.*

*) Nämlich, wenn die Quantitäten der Bewegung gleich $Q = q$, das heiſst, $MC = mc$, ſo iſt

Es erhellt hieraus, daſs der Vorſchlag, die logarithmiſche Linie für die Form des Sprachrohrs zu wählen, auf ein fehlerhaftes Raiſonnement gegründet war. Die Berechnung des Hrn. de La Grange mag für eine künftige Prüfung aufbehalten bleiben. Ich werde indeſſen die Abnahme des Schalles ſo genau als möglich durch Verſuche auszumitteln ſuchen. Sollte das Reſultat den aus La Grange's Rechnung hergeleiteten Schlüſſen gemäſs ſeyn, ſo würde das eine merkwürdige Verſchiedenheit zwiſchen der Fortpflanzung des Schalles und des Lichts aufſtellen.

8. *Harmoniſche Töne der Pfeifen.*

Um die Geſchwindigkeit zu beſtimmen, womit Orgelpfeifen von verſchiedener Länge, dem ihnen eigenthümlichen Tone gemäſs, mit Luft gefüllt werden müſſen, wurde eine Reihe von Verſuchen mit einerlei Mundſtück, mit Pfeifen von gleichem Durchmeſſer und verſchiedener Länge, ſo wohl gedackten als offenen, angeſtellt. Das allgemeine

$$M : m = c : C;$$

und da auch für die concentriſchen ſphäriſchen Luftſchichten

$$M : m = D^2 : d^2,$$

ſo ergiebt ſich

$$c : C = D^2 : d^2,$$

welches das oben Geſagte iſt: der Schall nehme im Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen ab, — ein bekannter Satz, der längſt für Schall wie für Licht angenommen iſt, ohne ihn eben aus Quantität der Bewegung herzuleiten. *V.*

Resultat war, dafs ein ähnliches Anblasen, so nahe als die Länge der Pfeifen es erlaubte, den nämlichen Ton gab, oder dafs zum wenigsten die Ausnahmen, ob sie gleich zahlreiche waren, doch gleichförmig zu beiden Seiten dieses Resultats lagen. *) Die einzelnen Resultate sind in folgender Tafel dargestellt, womit Kupfertafel VI, Fig. 28, zu vergleichen ist.

*) Dies ist eine von den Stellen, wo, wie ich schon erinnert habe, Young's Ausdruck mir nicht deutlich genug zu seyn scheint. Sollte es den Lesern mit meiner Uebersetzung etwa eben so gehen, so mögen sie sich überzeugen, dafs sie wenigstens treu genug ist, um sie, wie die Galanteriehändler es mit ihrer Waare machen, für *veritable englisch* auszugeben:

The general result was, that a similar blast produced nearly the same sound, as the length of the pipes would permit, or at least, that the exceptions, though very numerous, lay equally on each side of this conclusion.

Offene Pfeifen.						Gedackte Pfeifen.					
A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
								0,3	1,8	$\overline{\overline{d}}$	1
4,5		0,7	8,8	$\overline{\overline{d}}\sharp$	1	4,5	1,2	1,7	10,0		3
	4,1	8,8			2		5,0	9,0			5
		0,3	0,9	$\overline{\overline{f}}$	1			0,2	0,4	$\overline{f}$	1
	0,8		8,0		2			0,45	1,6		3
9,4	2,0		18,0		3	9,4	1,1	1,6	8,5		5
	5,0	8,0	20,0		4		7,0	8,0			7
	16,5	18,0			5						
	19,0	20,0			6						
		0,4	1,0	$\overline{\overline{g}}\sharp$	2			0,4	0,6	$\overline{\overline{d}}\sharp$	3
	0,8	1,0	2,2		3		0,6	0,65	1,1		5
16,1	1,2	2,2	4,7		4	16,1	0,9	1,1	2,4		7
	2,2	4,7	11,5		5		1,6	2,4	4,9		9
	3,4		13,5		6		2,5	4,8	9,0		11
	4,0		15,0		7		6,0	7,0			13
	6,5	10,0			8						
				$\overline{\overline{b}}$				0,8	1,1	$\overline{\overline{c}}\sharp$	7
		0,6	0,8		3		1,0	1,1	3,8		9
20,5		0,8	1,9		4	20,5	1,8		3,8		11
	1,1	1,9	5,7		5		3,2	3,8	12,		17
	4,5	5,7			8	0		12,			00

Der Durchmesser der Röhren war immer 0,35; die kleinsten Dimensionen des Mundstücks 0,25 und 0,035; die der Seitenöffnung 0,25 und 0,125.

Die Columne *A* in obiger Tafel giebt die Länge der Pfeife an, von der Seitenöffnung bis zu dem Ende; *B* den Druck, bei welchem der Ton verschwand, wenn man den Druck allmählig während

des Tons *abnehmen liefs; C* den Druck, bei welchem der Ton erfchien; *D* den Druck, bei welchem der Ton verfchwand, wenn man den Druck allmählig während des Tons *verftärkte; E* den Namen des bei jeder Pfeife zuerft erfcheinenden Tons nach der in Deutfchland üblichen Bezeichnung; *F* die Zahl, welche die Stelle bezeichnet, die jedem Tone in der ordentlichen Reihe der harmonifchen Töne zukömmt. Wenn unter *C* keine Zahl fteht, fo zeigt das an, dafs durch allmähligen Druck der Ton nicht erfcheinen wollte, fondern nur durch plötzliches Anblafen. *) Der Apparat war nur für einen Druck bis zu 22 Zoll eingerichtet.

Man fieht übrigens aus den Refultaten, welche vorftehende Tafel darftellt, zu wie weit mehr Stärke man einen Ton kann allmählig *anfchwellen* laffen, als man ihm durch *plötzliches Anblafen* mittheilen kann.

Ich werde in der Folge einmahl durch Verfuche die wirkliche Zufammendrückung der Luft in der Pfeife unter verfchiedenen Umftänden zu beftimmen fuchen. Nach einigen nur ganz rohen Verfuchen fchien fie fich ziemlich nahe wie die Schwingungszahl des Tons zu verhalten. **)

*) Welches fich alfo nicht wie Druck durch Wafferhöhe angeben liefs. *V.*

**) Ich will zu diefem 8ten Abfchnitte von Young's Auffatze noch einiges hinzu fügen, um meinen Lefern die Mühe zu erfparen, fich in feine obige Ta-

9. *Vibrationen verschiedener elastischer Flüssigkeiten.*

Alle Methoden, die Geschwindigkeit des Schalles zu finden, kommen darin überein, dass in Flüs-

belle und in Figur 28 hinein zu studiren. Ein Exempel sey: *Offene Pfeife von 9″,4 Länge.* Hier finden wir Folgendes in der Tabelle:

	A	B	C	D	E	F
Erste Zeile			0,3	0,9	$\overline{\overline{f}}$	1
Zweite —	9,4	0,8		8,0		2
Dritte —		2,0		18,0		3
Vierte —		5,0	8,0	20,0		4
Fünfte —		16,5	18,0			5
Sechste —		19,0	20,0			6

Die wörtliche Exposition dieser Abtheilung der Tabelle wäre folgende:

Erste Zeile: Eine Pfeife von 9″,4 Länge gab bei einem Drucke = 0″,3 Wasserhöhe einen Ton, der zunächst zweigestrichen *f* war, und den wir hier = 1 setzen, oder zum Grundtone annehmen, weil die bei grösserm Drucke erfolgenden Töne sich in Ansehung ihrer Schwingungszeiten zu diesem $\overline{\overline{f}}$ wie die Zahlen 2; 3; 4; u. s. w., zu 1 verhielten. Dieser Ton $\overline{\overline{f}}$ dauerte fort, so dass sich bloss seine Stärke vergrösserte, nicht aber seine Höhe verändert wurde, bis zu einem Drucke = 0″,9 Wasserhöhe, dann aber sprach *dieser* Ton nicht mehr an. Bei einem geringern Drucke als 0″,3 verschwand er ebenfalls, wesshalb in der ersten Zeile unter *B* keine Zahl steht.

ſigkeiten von irgend einer gegebenen Elaſticität ſich dieſe Geſchwindigkeit *umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten* verhalte; alſo im reinen Hydrogengas würde die Geſchwindigkeit $= \sqrt{13}$

Zweite Zeile. Bei allmählig über 0″,9 verſtärktem Drucke wollte nicht ſogleich ein neuer Ton anſprechen, aber plötzlich angeblaſen war der nächſte Ton, den dieſe Pfeife gab, die Octav des vorigen alſo, $\overline{\overline{\overline{f}}}$, weſshalb ihm die Zahl 2 zugehört, wenn $\overline{\overline{f}} = 1$ geſetzt iſt. Der ſtärkſte Druck, den dieſer Ton vertrug, ſo daſs er nur *ſtärker* wurde, ohne *höher* zu werden, war = 8″,0, und der ſchwächſte Druck, den er vertrug, ſo daſs er nur *ſchwächer* wurde, ohne *tiefer* zu werden, war 0″,8 Waſſerhöhe. Unter dieſer Gränze erſchien der vorige $\overline{\overline{f}}$, und über jener Gränze (8″,0) erſchien ein neuer höherer, der hier mit 4 bezeichnet iſt.

Dritte Zeile. Indeſſen ſprach durch plötzliches Anblaſen noch ein früherer Ton an, der hier mit 3 bezeichnet iſt, weil er die Quinte des vorher gehenden, (mit 2 bezeichneten,) alſo $\overline{\overline{\overline{c}}}$ war, welcher, wenn er ein Mahl tönte, ſich, ohne ſeine Höhe zu ändern, bis zu einem Drucke von 18 Zoll anſchwellen und bis zu einem Drucke von 2 Zoll ſchwächen lieſs.

Vierte Zeile. Der nächſte Ton aber, der nun bei *allmähligem* Drucke anſprach, war der bei einem Drucke von 8 Zoll. Er iſt mit 4 bezeichnet, weil er die Octav von dem mit 2 bezeichneten, d. h., $\overline{\overline{\overline{f}}}$

= 3,6 . . . ſeyn, wenn ſie in gemeiner Luft = 1 iſt; und der Ton einer Pfeife wird in reinem Waſſerſtoffgas um eine Octav und eine kleine Septime höher ſeyn als in gemeiner Luft. Es iſt daher

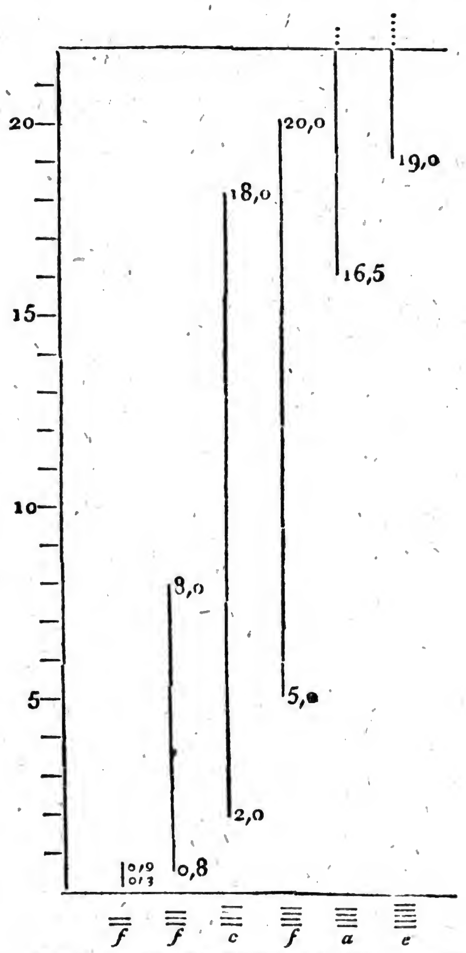
war. Er lieſs ſich, wenn er ein Mahl tönte, ohne ſeine Höhe zu ändern, bis zu einem Drucke von 20 Zoll verſtärken und bis zu einem Drucke von 5 Zoll ſchwächen.

Fünfte Zeile. Bei allmähligem Drucke von 18 Zoll ſprach ein Ton an, der hier unter *F* mit 5 bezeichnet iſt, weil er die groſse Terz des vorigen war, nämlich $\overset{\equiv}{a}$. Wie weit er ſich verſtärken lieſs, konnte an dem Apparate nicht mehr beobachtet werden, weil dieſer nur für einen Druck von höchſtens 22 Zoll eingerichtet war; ſchwächen lieſs er ſich bis zu dem Drucke = 16,5. Endlich

Sechste Zeile, erſchien bei einem allmähligen Drucke von 20 Zoll der Ton, der hier mit 6 bezeichnet iſt, weil er von dem mit 3 bezeichneten die Octav war, alſo $\overset{\equiv}{c}$ (fünfgeſtrichen *c*). Die gröſste Stärke, die er, ohne ſich zu erhöhen, aushalten mochte, war an dem Apparate nicht mehr zu beſtimmen, die geringſte aber, die er, ohne ſich zu erniedrigen, aushielt, war 19 Zoll.

Dies wird durch Figur 28 auf folgende Art anſchaulich gemacht:

wahrſcheinlich das Hydrogengas, welches Chladni bei ſeinen neuerlichen Verſuchen gebrauchte,



Die in 22 gleiche Theile (Zolle) getheilte Linie iſt die Scale des Drucks.

nicht ganz rein gewefen. *) Man mufs nicht aus der Acht laffen, dafs bei genauen Verfuchen diefer

Die den untergefetzten Tönen entfprechenden Linien zeigen für das Auge die Gränzen der Schwellung und Schwächung, die der Ton vertrug, nur dafs bei den beiden letztern die gröfste Stärke nicht mehr am Apparate konnte beobachtet werden, (welches Schade ift.)

Young hat in feiner Figur noch die Schwingungszahlen in 1 Secunde bei jedem Tone hinzu gefügt; fo in dem Beifpiele, welches ich hier zur Erläuterung gewählt habe, fetzt er

zu den Tönen	$\overline{\overline{f}}$	$\overline{\overline{\overline{f}}}$	$\overline{\overline{\overline{\overline{c}}}}$	$\overline{\overline{\overline{\overline{f}}}}$	$\overline{\overline{\overline{\overline{a}}}}$	$\overline{\overline{\overline{\overline{\overline{c}}}}}$
die Schwingungszahlen	692	1384	2076	2768	3460	4152
die fich verhalten wie	1	2	3	4	5	6

Young rechnet, wie **Sarti**, nach Doppelfchwingungen, deren jede aus einem Hin- und Rückgange befteht; beide folgen hierin **Sauveur** und **Newton**. **Euler** und **Chladni** rechnen nach einfachen. Nach **Young's** obigen Zahlen kömmt faft diefelbe Stimmung heraus, als nach **Sarti**: nämlich

$$\text{da } \overline{\overline{\overline{\overline{a}}}} = 3460, \quad \text{fo ift } \overline{\overline{\overline{a}}} = 1730,$$

$$\text{und } \overline{\overline{a}} = 865, \quad \text{und } \overline{a} = 432\tfrac{1}{2}$$

Doppelfchwingungen.

Alfo wäre $\overline{a}$ nach **Sarti** = 872 einf. Schwing., nach **Young** = 865, nach **Euler** = 784.

Vieth.

*) Die Verfuche von **Chladni**, deren hier Erwähnung gefchieht, find in **Voigt's** *Magazin*, B. I, St. 3, S. 65 — 79, und nachher in **Chladni's**

Art der Druck, welcher das Anblasen der Pfeife bewirkt, genau bestimmt werden müsse.

Akustik, §. 204, beschrieben. Die oben von Young geäusserte Vermuthung, dass das Wasserstoffgas nicht rein gewesen seyn müsse, bezieht sich darauf, dass die Töne bei Chladni's Versuchen in dieser Gasart nicht um eine Octav und kleine Septime, wie die Theorie giebt, höher waren, als in gemeiner Luft. Wasserstoff aus Eisen und Schwefelsäure gab den Ton nur um etwas über eine Octav, aus Zink und Salzsäure eine Octav und einen ganzen Ton, aus Wasserdampf durch glühendes Eisen nur eine Octav und kleine Terz höher als gemeine Luft. Dass selbst das letzte Gas nicht ganz rein gewesen sey, ist mehr als wahrscheinlich. Das specifische Gewicht desselben hätte untersucht und angegeben werden sollen, auch möchte man wünschen, dass der Druck auf eine besser messbare Art angebracht worden wäre. (Das Anblasen der 6 Zoll langen zinnernen Orgelpfeife geschah nämlich nur durch Drücken einer Blase.) Aber die Nichtreinheit der Gasart und die mangelhafte Anbringung des Drucks kann doch nicht die Abweichung der Erfahrung von der Theorie ganz erklären. Young scheint z. B. die Abweichung, die sich beim *Stickgas* zeigte, übersehen zu haben. Dieses Gas müsste den Ton etwas erhöhen, weil es etwas leichter als gemeine Luft ist; es machte denselben aber um einen halben Ton *tiefer*. Dies liess sich nicht aus Unreinheit der Gasart erklären. Denn wenn auch bei der durch Eisen und Schwefel erhaltenen etwas Wasserstoffgas beigemischt gewesen wäre, so hätte dadurch der Ton eher erhöhet als erniedrigt werden müs-

In den Beobachtungen der französischen Akademiker über die Geschwindigkeit des Schalles, die mit aller möglichen Aufmerksamkeit gemacht zu seyn schienen, war ohne Zweifel die Dichtigkeit der Nachtluft wegen Feuchtigkeit und Kälte grösser, als sie am Tage würde gewesen seyn; daher fand sich die Geschwindigkeit des Schalles nur 1109 engl. Fuss in einer Secunde; dagegen nach Derham's Versuchen, die nicht minder genau scheinen, 1142. Ungefähr möchte man also wohl 1130 annehmen können, wie ich schon erwähnt habe.

Eine hierher gehörige Bemerkung ist noch die, dass die Blase-Instrumente während des Spielens zuweilen eine um einen halben Ton höhere Stimmung bekommen, welches nicht etwa von Ausdehnung des Instruments herkommt, wie einige Musiker glauben, (denn die müsste ja gerade die entgegen gesetzte Wirkung hervor bringen,) sondern von

sen. — Herr von Arnim schlägt in diesen *Annalen der Physik*, B. 3, St. 2, S. 200, die Erhöhung des Tons als ein Mittel vor, die Reinheit des Wasserstoffgas zu messen, was bisher sehr schwierig gewesen sey. Für die Theorie des Klanges wäre es aber erwünschter, diese Reinheit des Gas vorher durch andere Mittel genau zu kennen. Wie die männliche Stimme durch Einathmen von Wasserstoffgas grell und pfeifend werde, erinnern sich die Leser beiläufig in diesen *Annalen*, B. 2, St. 2, S. 200, gelesen zu haben, wo die Versuche von Maunoir und Paul in Genf erzählt sind.

Vieth.

dem höhern Grade der Wärme, welchen die Luft in der Röhre annimmt. D. Smith hat eine ähnliche Bemerkung gemacht; er fand nämlich bei der Stimmung einer Orgel im Winter und Sommer einen mehr als zwei Mahl ſo groſsen Unterſchied, als bei den engliſchen und franzöſiſchen Verſuchen über die Geſchwindigkeit des Schalles. *) Bianconi fand die Geſchwindigkeit des Schalles zu Bologna in verſchiedenen Zeiten in dem Verhältniſſe 152 zu 157 unterſchieden.

*) *D. Smith has made a ſimilar obſervation on the pitch of an organ in ſummer and winter which he found to differ more then twice as much as the Engliſh and French experiments on the velocity of ſound.*

(Den Beſchluſs im nächſten Hefte.)

III.

Banks *Windprobe und ein paar Versuche über das Ausströmen der Luft aus Gefäßen.*

Windproben oder *Windwagen* glaube ich die Instrumente nennen zu dürfen, welche bestimmt sind, die Compression der Luft in Blasebälgen, Windladen, Windgewölben und in ähnlichen Fällen zu messen. Gewöhnlich bedient man sich dazu einer heberförmigen Glasröhre, deren einer Schenkel mit einem Knie versehn ist, und in der sich etwas gefärbtes Wasser befindet. Das Knie wird in ein Loch des Windbehälters luftdicht befestigt; der Unterschied des Wasserstandes in beiden Schenkeln zeigt die Stärke der Compression der Luft in dem Behältnisse.

In den Schriften der Manchesterer literär. und naturforsch. Gesellschaft, Bd. 5, Th. 2, beschreibt ein *Mr.* Banks, *Lecturer of natural philosophy*, ein zu gleichem Zwecke bestimmtes Instrument, welches auf Taf. VI in der Hälfte der wahren Größe abgebildet ist, und das, wie man leicht übersieht, zu der gewöhnlichen Windwage ungefähr in derselben Beziehung als das Gefäßbarometer zum Heberbarometer steht. Das cylindrische Gefäß *B* besteht aus Metall; der Deckel schließt luftdicht; eben so

die Metallröhre *AC*, und die in das Stück *D* eingekittete Glasröhre *ED*, welche nach Zollen eingetheilt ist. Durch diese Röhre giefst man so viel Wasser in das Gefäfs, dafs es bei *D* sichtbar wird; dann ist das Instrument zum Gebrauche fertig.

Schiebt man das untere Stück der Röhre *A* in ein Loch, welches in dem obern Boden der Blasebälge angebracht zu seyn pflegt, so treibt die im Blasebalge comprimirte Luft das Wasser in *D* aufwärts; nach Banks Angabe geschieht dieses bei Blasebälgen, wie sich ihrer die Schmiede bedienen, in der Regel um 9 bis 12 engl. Zoll, und bei Blasebälgen, wie sie vor den Gebläsöfen gebräuchlich sind, um 4 Fufs und mehr.

Bei so starker Compression, meint er, würde es bequemer seyn, entweder sich Quecksilbers statt des Wassers zu bedienen, dann müfste aber die Büchse aus Eisen gemacht seyn; oder statt der Glasröhre *D*, die oben offen ist, eine andere einzukitten, die oben zugeschmelzt ist, und in der die Luft stets um die Höhe der Wassersäule in *D* über ihr anfängliches Niveau weniger comprimirt wird, als die Luft im Blasebalge.

In dem Windgewölbe des Devoner Eisenhüttenwerks, welches durch eine Dampfmaschine mit Luft gespeist wird, (*Annalen*, IX, 45,) ist die Luft so stark comprimirt, dafs beim Herabgehen des Kolbens der Dampfmaschine sie dem Drucke einer Quecksilbersäule von 5 bis 6 Zoll, beim Zurückgehen von

$4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Zoll, (alſo einer Waſſerſäule von 5 bis $6\frac{1}{2}$ Fuſs,) Höhe das Gleichgewicht hält, (daſ., 53.) — Nach den Bemerkungen und Berechnungen über die Blaſebälge, welche aus Lambert's Papieren Herr Director Bernoulli in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, B. 3, S. 109 f., bekannt gemacht hat, richten die Orgelbauer ihre Bälge ſo ein, daſs die Luft in denſelben nur auf 3 bis 5 Zoll Waſſerhöhe comprimirt wird, je nachdem die Bälge ſchwächern oder ſtärkern Wind geben ſollen.

Noch finden ſich in dem Auſſatze des Herrn Banks folgende beide Verſuche, die auf eine ſehr unbeholfene und incorrecte Art beſchrieben werden. In den obern Boden eines Gefäſses, welches 15 Pf. 6 Unzen Waſſer faſste, deſſen Inhalt daher 425,088 engl. Kubikzoll betrug, ſchrob Banks eine Mündung (*aperture*), die 0,0046 engl. Quadratzoll groſs war. Dieſe Mündung wurde mit dem Finger genau verſchloſſen, während ein Gehülfe in eine ſenkrechte unten ein Mahl auf- und abwärts gebogene Röhre, die ebenfalls im obern Boden eingeſchraubt war und ſich dicht unter dieſem Boden endigte, ſo lange Waſſer goſs, bis die Röhre völlig gefüllt blieb. Die Luft war nun im Behältniſſe durch eine Waſſerhöhe, welche der Länge der Röhre entſprach, comprimirt. Nun nahm er den Finger fort, und beobachtete, während der Gehülfe immer ſo reichlich Waſſer nachgoſs, daſs die Röhre voll blieb, nach einer Secundenuhr, wie viel Zeit dar-

darauf hinging, bis alle Luft aus dem Gefäſse entwichen war.

Bei einer Länge der Röhre von 30 Zoll verfloſsen darauf, (mehrern Verſuchen zu Folge,) 33 Secunden.

Bei einer Länge der Röhre von 6 Fuſs, (nach mehrern Verſuchen,) 21,3 Secunden.

Es ſtrömte alſo die Luft aus der Oeffnung aus mit einer Geſchwindigkeit, im erſten Falle von $\frac{425{,}008}{0{,}0046 \cdot 33} = 280{,}3$, im zweiten Falle von $\frac{425{,}008}{0{,}0046 \cdot 21{,}3} = 433{,}85$ Zoll. Nach der Theorie ſollen die Geſchwindigkeiten des Ausſtrömens in dem Verhältniſſe der Quadratwurzeln der Druckhöhen ſtehen. Es verhält ſich aber $\sqrt{72} : \sqrt{30} = 433{,}85 : 280{,}5$, welches, wie man ſieht, genau mit dem Verſuche überein ſtimmt. *)

Geſetzt, der Druck der Luft ſey zur Zeit, als der Verſuch angeſtellt wurde, dem Drucke einer Waſſerſäule von 33 engl. Fuſs Höhe gleich, und die Luft 840 Mahl ſpecif. leichter als Waſſer geweſen; ſo hätte die Luft aus einem Gefäſse, worin ſie durch

*) Wie Banks zu dem ſonderbaren Verſehen kommt, daſs er die erſte Geſchwindigkeit nach ſeinen Verſuchen auf 233,3, die zweite auf 361,6 Fuſs berechnet, und wie Nicholſon, der den Aufſatz wieder abdrucken lieſs, das Verſehen nicht bemerkte, weiſs ich mir nicht zu erklären. *d. H.*

eine Wasserſäule von 33 Fuſs Höhe comprimirt worden wäre, der Theorie nach mit einer Geschwindigkeit in die atmoſphäriſche Luft ausſtrömen müſſen, welche zur Fallhöhe von 840 . 33 engl. Fuſs als Endgeſchwindigkeit gehört; das iſt, mit einer Geſchwindigkeit von 1333,5 engl. Fuſs. Nach den obigen Verſuchen würde aber dieſe Geſchwindigkeit die vierte Proportionalzahl zu folgenden drei geweſen ſeyn: $\sqrt{6} : \sqrt{33} = 433,85$: mithin 1017,5 engl. Fuſs. Hier bleibt die wirkliche Geſchwindigkeit gar ſehr hinter der theoretiſchen zurück. Wahrſcheinlich aus demſelben Grunde, wie beim Ausſtrömen des Waſſers aus einem Gefäſse; nämlich, weil der ausflieſsende Strahl ſich zuſammen zieht, und es daher ſo gut iſt, als ſtrömte das Waſſer aus einer weit engern Oeffnung aus, die, Venturi's Verſuchen zu Folge, nur 0,64 der ganzen Oeffnung beträgt. (*Ann.*, III, 41.) Da $\frac{1017,5}{1333,5} = 0,763$ iſt, ſo würde aus dieſen Verſuchen folgen, daſs beim Ausſtrömen der Luft der Strahl ſich weniger verengere als beim Waſſer, könnte zu einem ſolchen Schluſſe uns ein Verſuch berechtigen, bei dem weder der Barometerſtand noch der Thermometerſtand beobachtet wurde, und der auch auſserdem nicht auf die gröſste Genauigkeit Anſpruch machen kann. Das Zuſammenſtimmen der Rechnung mit der Beobachtung in den beiden mitgetheilten Verſuchen ſcheint zwar zu beweiſen, daſs die Druckhöhe keinen Unterſchied in der *vena contracta* der Luft mache, und

dafs sie für kleine und grosse Geschwindigkeiten immer dieselbe bleibe, gerade wie das beim Wasser der Fall zu seyn scheint. Doch möchte auch dieser Satz Einschränkungen bedürfen, da Lambert bei einem Versuche mit einem Blasebalge, aus welchem durch ein 7 Zoll weites Loch die Luft bei einer Druckhöhe von $4\frac{1}{2}$ Zoll ausströmte, die beobachtete und die berechnete Geschwindigkeit ziemlich genau zusammen stimmend fand.

Der Herausgeber.

IV.

BEMERKUNGEN UND VERSUCHE
über die Amalgamation der Silbererze,

von

D. DIEGO LARRANNAGA, D. FRANCISCO DE LA GARZA, D. ALEXANDRO VINCENTE EZPELETA, und D. JUAN MODESTO PERINGER. *)

Gold und Silber aus ihren Erzen durch Amalgamation zu gewinnen, ist in unserm Amerika eine sehr alte und bekannte Sache; indessen hat man bis jetzt wenig gethan, die wahre Theorie dieses Prozesses aufzuklären, und dadurch die Amalgamation zu vervollkommnen. Herr von Born war in Europa der erste, der durch die über die amerikanische Amalgamation von unsern Schriftstellern dem Publicum mitgetheilten Nachrichten und Bemerkungen veranlasst wurde, sich mit diesem Gegenstande mit nützlichem Erfolge zu beschäftigen: ihm verdankt Deutschland die Einrichtungen dieser Art, die es gegenwärtig hat. In seinem bekannten Werke über die Amalgamation, welches zu Wien im Jahre 1788 erschienen ist, setzt er die Verfahrungsart unsrer Amalgamatoren in Amerika ausführlich aus

*) Ausgezogen aus den *Annales de Ciencias naturales*, Ennero 1801, T. 3, p. 84 f. *d. H.*

einander, und giebt eine Theorie für diese Operation.

Um die Gold- und Silbererze zur Amalgamation fähig zu machen, werden sie zuerst in Erzmehl verwandelt, und darauf entweder allein oder mit Meersalz vermischt bei mäfsigem Feuer geröstet, bis man keinen Schwefelgeruch mehr wahrnimmt. Im ersten Falle giefst man auf das geröstete Erz Wasser, läfst es darin, in den warmen Klimaten ungefähr zwei Tage, stehen, indem man es von Zeit zu Zeit wohl umrührt, und setzt alsdann eine Quantität gemeinen Salzes zu, bevor man das Quecksilber darauf schüttet. Nach Herrn von Born soll in beiden Fällen der Schwefel sich durch die Wirkung des Feuers in Schwefelsäure verwandeln und das Salz zersetzen, wobei sich auf der einen Seite schwefelsaures Natron, und auf der andern salzsaure Salze mit den verschiedenen Erden und Kalken der unedeln und Halbmetalle, welche die Schwefelsäure verläfst, erzeugen. „So wird", sagt er, „die ganze Erzmasse vermittelst des Feuers von ihren brennbaren und flüchtigen Stoffen gereinigt, und ihr saurer und kalkartiger Theil, so wie die reinerdigen Theile, wenn sie durch den Mahlstein und das Feuer hinlänglich zertheilt sind, in Salze verwandelt, die sich im Wasser leicht auflösen; und sie bedarf nichts als Wasser, um sich so sehr zu erweichen, dafs sie nun das Quecksilber annimmt, und dessen Einwirkung auf die reinen Metalltheilchen zuläfst."

Es ſcheint alſo, daſs, nach Herrn von Born, das Salz dazu diene, Salzſäure herzugeben, welche auflösliche Metall- und Erdſalze bilde, damit auf dieſe Art ſich das Gold und Silber aus der Hülle, die es einſchliefst, entwickele.

Da die Schwefelſäure, die durch das Verbrennen des Schwefels beim Röſten entſteht, das Agens iſt, welches die Salzſäure aus dem Kochſalze treibt, ſo muſs eine dazu hinlängliche Menge von Schwefel oder Vitriolen in den Erzen vorhanden ſeyn; die, welche daran arm ſind, ſagt Herr von Born, oder nur wenig davon enthalten, geben gewöhnlich in der erſten Amalgamation nicht alles Silber her, und er fügt hinzu, daſs man vergebens die Operation mit friſchem Salze wiederhohlen würde, wenn man nicht zuvor Vitriol hinzu geſetzt habe, welcher, nachdem er einige Zeit mit der Miſchung vereinigt geweſen iſt und ſie durchdrungen hat, das Queckſilber in den Stand ſetzt, das Silber auszutreiben, welches das erſte Mahl nachgeblieben ſey.

Das Röſten der Erze iſt ſehr wichtig, und man würde durch die Anwendung einer erprobten chemiſchen Theorie auf dieſen Theil des Prozeſſes den Gewinn der Amalgamation wahrſcheinlich ſehr erhöhen. Man weiſs, daſs die unedeln und die ſpröden Metalle ſich oxydiren, wenn man ſie in Reverberiröfen röſtet, und daſs ein Theil des Schwefels als ſchweflig-ſaures Gas davon geht, während ein anderer ſich in Schwefelſäure verwandelt, und mit der Materie, die geröſtet wird, vereinigt bleibt:

man weiſs auch, daſs ſich, wenn Meerſalz darin iſt, eine Menge Salzſäure erzeugt. Aber weiſs man vielleicht auch, wie dieſe Säuren auf die edeln Metalle, in Vereinigung mit der Wärme und dem Einfluſſe der Luft, denen ſie ausgeſetzt ſind, wirken? Iſt es wahrſcheinlich, daſs, wie man in dieſer Theorie annimmt, das Gold und Silber ohne alle Veränderung frei werde, und in der zum Amalgamiren erforderlichen Reinheit ſich erhalte?

Nicht alle ſind der erwähnten Theorie beigetreten. Don Fauſto de Eluyar wich davon ab, da er ſich durch Erfahrung überzeugt hatte, daſs Silberblei in einem Feuerſteinmörſel pulveriſirt, als es mit Kochſalz geröſtet wurde, in den Zuſtand eines Salzes überging, d. h., ſich in Hornſilber verwandelte. Er gab ſich viel Mühe, dieſes Salz vermittelſt des Queckſilbers zu zerſetzen; aber nur in einer Zeit von vier Tagen gelang es ihm, einen Theil des darin enthaltenen Silbers zu amalgamiren. Markgraf hatte dieſelbe Erfahrung ſchon früher gemacht, und viele gelehrte Chemiker ſchloſſen hieraus, daſs das Hornſilber in unſern amerikaniſchen Bergwerken verloren gehe, wie man das aus ihren Schriften ſieht.

Die Reiſe, die wir, (Garza und Larrannaga,) auf Befehl der Regierung durch Deutſchland gemacht haben, hat uns Gelegenheit gegeben, uns mit allen Prozeſſen der Amalgamation bekannt zu machen, wie ſie zu Neuſohl in Ungarn und in einigen Gegenden von Böhmen und Sachſen damahls

betrieben wurde. Die Art, die Erze zu zermahlen und zu röften, war dieselbe an allen diesen Orten, und dann vermischte man sie beim Röften mit 8 bis 12 Theilen Kochsalz auf hundert. Die Methode, durch die Amalgamation das Silber auszuscheiden, war indess verschieden.

In Neusohl amalgamirte man bloss Schwarzkupfer. Es wurde gemahlen, geröftet, und wieder in Mühlen von gegossenem Eisen gemahlen; und dann erst in liegenden Tonnen, die in die Runde liefen, 16 Stunden lang amalgamirt, wobei man in jede Tonne etwas warmes Wasser goss und Kupferplatten hinein legte.

Bei den Bergwerken des Fürsten von Schwarzenberg unweit Prag wurde das Silbererz, das blendig und mit etwas Bleiglanz vermischt ist, wenn es durch Zermahlen und Röften zubereitet worden war, in zwei Reihen kupferner Kessel in einem Galeerenofen amalgamirt. Das Wasser wurde in diesen Kesseln fast beständig in der Siedhitze erhalten, und die ganze Masse 24 Stunden lang durch Quirlhölzer, die eine horizontal liegende und gezähnte Welle bewegte, unaufhörlich umgerührt.

Die Silbererze, die man im Joachimsthal amalgamirte, enthielten Kobalt, Wissmuth, Nickel, schwarze Blende, Arsenikkies, Eisen, gediegenen Arsenik und etwas Schwefelkies. Sie sind silberreicher als die vorher gehenden; die, welche im Zentner nur 8 Unzen Silber enthalten, werden mit 8 bis 9 Procent, die reichern mit 10 bis 12 Procent

Kochsalz geröstet. Es giebt hier einige Erze, wovon der Zentner über 6 Mark Silber enthält. Es wurde hier kalt amalgamirt, in senkrechten Tonnen, die mit dem nöthigen Wasser angefüllt waren; die Masse wurde beständig durch Stempel von gegossenem Eisen umgerührt, die durch die senkrechte Kolbenstange in einer Minute 16 bis 20 Mahl auf und nieder bewegt wurden. Die Amalgamation der ärmern Erze währte 30, und die der reichen 48 Stunden. Die Rückstände der erstern enthielten noch im Zentner 1 bis $1\frac{1}{2}$ Unzen Silber; die Rückstände der letztern 3 bis 6 Unzen. Beide wurden zum zweiten Mahle amalgamirt; zu diesem Behufe trocknete, mahlte und röstete man sie dritthalb Stunden lang mit 3 bis 6 Procent Kochsalz. Die reichsten Erze müssen 3 Mahl amalgamirt und jedes Mahl vorher geröstet werden. Auf jeden Zentner gingen, wie man uns versicherte, $\frac{3}{8}$ Unzen Silber in den Rückständen und $2\frac{1}{2}$ Unze Queckfilber verloren.

Die Amalgamation zu Freiberg in Sachsen, welche Herr von Charpentier eingerichtet hat, ist die vorzüglichste in Deutschland. Die Erze, welche dort dieser Operation unterworfen werden, enthalten gewöhnlich im Zentner 3 bis 4 Unzen Silber, und sind mit Materien vermischt, die Schwefel genug enthalten. Man röstet sie mit 10 Procent Kochsalz in Reverberiröfen, die den von Hrn. von Born beschriebenen gleichen, nachdem man sie vorher gemahlen und gesiebt hat. — Man

röſtet dort jedes Mahl $3\frac{1}{4}$ Zentner Erz in einer Zeit von fünf Stunden; vorher wird das Erzmehl in einer andern Abtheilung des Ofens eben ſo lange getrocknet. Wenn man es mit mäſsigem Feuer geröſtet hat, bis kein ſchweflig-ſaurer Geruch mehr zu ſpüren iſt, ſondern die Maſſe nur nach Salzſäure riecht, wird das Erz geſiebt, und in drei Theile geſondert. Das feinſte und mittelmäſsige wird beſonders zwiſchen Mahlſteinen von Granit zermahlen, bis man ein ſehr feines Mehl erhält, das ſchon geſiebt aus der Mühle fällt: der dritte Theil, der aus gröbern, meiſt zuſammen gebackenen Stücken beſteht, wird aufs neue gemahlen, und zwei Stunden geröſtet, indem man 3 Theile Salz auf hundert dazu thut. Wenn die Erze auf dieſe Weiſe in feines Mehl verwandelt worden ſind, werden ſie in Tonnen amalgamirt, die ſich in horizontaler Ebene umdrehen; zwanzig, in vier Reihen geſtellt, bewegt ein groſses Waſſerrad. Man ſchüttet 10 Zentner Erz in jede Tonne, mit 3 Zentner kalten Waſſers und 1 Zentner Eiſen in Stücken, die ungefähr 6 Unzen wiegen, läſst die Maſchine ſich $1\frac{1}{2}$ Stunden bewegen, ſchüttet alsdann 5 Zentner Queckſilber hinzu, und läſst nun die Fäſſer 16 Stunden ohne Unterlaſs mit einer ſolchen Geſchwindigkeit umlaufen, daſs jedes in einer Minute 17 bis 18 Umläufe macht, wobei die darin enthaltene Maſſe ſelbſt im Winter eine Hitze von 20° annimmt. Wenn die angegebene zur Amalgamation des Silbers nöthige Zeit verfloſſen iſt, gieſst man friſches Waſſer zu dem, das ſich

schon in den Tonnen befindet, um den Teig zu verdünnen, und läſst die Maschine wieder eine Stunde in Bewegung. Durch dieses Mittel vereinigt sich in den Tonnen alles Quecksilber mit dem Silber, das es ausgezogen hat. Dann schöpft man es mit einem kleinen ledernen Beutel heraus, der mit einer eisernen Röhre versehen ist. Das Quecksilber, welches fast ganz flüssig und ohne Rückstände hervor gezogen wird, rinnt durch eiserne Röhren in die Filtra, wo sich das Amalgama abscheidet. Darauf werden die Rückstände heraus gezogen, und durch einen am Fuſse einer jeden Reihe von Tonnen befindlichen Kanal, worin frisches Wasser ist, in mehrere groſse Wannen geleitet und darin gewaschen. In diesen Wannen wird die Materie von neuem, vermittelst eines Quirls mit eisernen Armen, durch einander gerührt, damit alles Quecksilber sich absondere. Es befindet sich in ihnen eine Reihe von Löchern, eins über dem andern. Diese sind anfänglich verstopft; erst wenn das Quecksilber sich abgesetzt hat, wird eins nach dem andern, von oben herunter, geöffnet, um durch sie die im Wasser aufgelösten Rückstände abflieſsen zu lassen. Wenn man nach und nach bis zu den untersten Löchern kömmt, so untersucht man, ehe man auch diese öffnet, ob auch nicht mit dem Wasser Quecksilber heraus rinnt, weſshalb man das, was abflieſst, in einer Schale auffängt. Das Quecksilber und das wenige Amalgama, das etwa entschlüpft seyn könnte, bleibt auf dem Boden der Wanne. Um aus den

abgeflossenen Rückständen das Glaubersalz, welches in Glasfabriken benutzt wird, zu erhalten, bewahrt man sie in grosen Behältern auf. Im Winter krystallisirt sich ein grosser Theil des Salzes in diesen Behältern, weil das in ihnen enthaltene Wasser friert und die Lauge sich dadurch concentrirt. Die Eisenstücke gebraucht man entweder wieder oder man verarbeitet sie, ehe sie sich gänzlich auflösen. Die Verfahrungsart, das Silber vom Quecksilber zu scheiden, ist die gewöhnliche, nämlich eine Destillation *per descensum* in eisernen Glocken.

Man amalgamirt in Freiberg jährlich 60000 bis 70000 Zentner Erze, die an 30000 Mark Silber geben. Was an Silber in den Rückständen bleibt und verloren geht, kann man auf ⅛ Unze für den Zentner ansetzen; und den Verlust an Quecksilber auf 1½ Unzen für den Zentner, welches jährlich 28 Zentner und 12 Pfund beträgt, um 150 Zentner Silber zu gewinnen. Eine der vorzüglichsten Ursachen des Quecksilberverlustes ist die grosse Zertheilung desselben, wie die Erfahrung in Freiberg gezeigt hat, wo man Hölzer mit eisernen Nägeln in die Tonnen gebracht hatte, um die Materie besser durch einander zu rühren und das Quecksilber niederzuschlagen; ein Gebrauch, der auch unter unsern Bergleuten in Amerika bekannt ist.

Wir erfuhren zu Joachimsthal, dass Hr. Möhling, vormahliger Oberauffseher der Amalgamation daselbst, der über diesen Zweig viele Beobach-

tungen angestellt, bemerkt habe, dass das Hornsilber, welches sich während des Röstens bildete, sich am leichtesten amalgamirt, indem es durch das Eisen an den Stempeln zersetzt wird, ja, dass sich das salzsaure Silber sogar für sich ohne Zwischenmittel amalgamirt, wobei sich aber salzsaures Quecksilber bildet und also Verlust an Quecksilber entsteht.

Es ist zu bemerken, dass man sich in den Amalgamationswerken zu Neusohl, und in denen des Fürsten von Schwarzenberg, wo warm verquickt wird, des Kupfers bedient, das beständig mit Quecksilber übergossen und benetzt ist; in den beiden andern, wo kalt verquickt wird, gebraucht man Eisen statt Kupfers. Sollte das Amalgamiren über Feuer Kupfer, das kalte Verquicken aber Eisen nöthig machen? Man sagte uns in dem Amalgamationswerke des erwähnten Fürsten, man sey Willens, die freibergischen Tonnen auch hier einzuführen, um die Methode den gemachten Erfahrungen gemäss zu verbessern, und dass bloss die damit verknüpften Kosten noch von dieser Neuerung abhielten.

Wenn die Silbererze, die man hier in kupfernen Kesseln verquickt, wozu man des Feuers bedarf, wie zu Freiberg behandelt, sich kalt, bloss mit Hülfe des Eisens amalgamiren liessen, so scheint es, dass der Erfolg vom Zwischenmittel abhängt. Und wenn dies wäre, was würde dann aus Born's Theorie werden? Ihr zu Folge haben sich die Metalle und Halbmetalle, die das Silber enthalten und verhül-

len, schon beim Rösten in neutrale und auflösliche Salze verwandelt: und da sich dann also das Silber in einem freien metallischen Zustande befinden würde, wozu bedürfte es noch eines Zwischenmittels, um sich mit dem Quecksilber zu amalgamiren? Ist es vielleicht nöthig, dass die im Rösten entstandenen Salze durch neue Mittel zersetzt werden?

Das Eisen und andere Metalle zersetzen das Hornsilber, und müssen folglich die Amalgamation desselben erleichtern. Die Chemiker wissen, dass die Salzsäure auf das Silber wirkt, und die Erfahrung hat gelehrt, dass sogar das salzige Seewasser es in salzsaures Silber zu verwandeln vermag. Wenn das der Fall ist, so muss auch das Kochsalz, dessen man sich bei der Amalgamation bedient, das Silber angreifen und es in Hornsilber verwandeln. Ginge dieses salzsaure Silber in der Amalgamation verloren, wie mehrere Chemiker behauptet haben; welchen ungeheuern Verlust an Silber müssten dann nicht unsre amerikanischen Bergwerke leiden, wäre es wahr, dass vermittelst ihrer nur das im Metallzustande befindliche Silber erhalten würde!

Dieses würde voraus setzen, dass die Zeit, wie lange man dort das Verquicken vor sich gehen lässt, nicht hinreichte, die Amalgamation des durch die ganze Masse verbreiteten Hornsilbers zu bewirken, und dass unsre Bergleute sich keiner Zwischenmittel bedienen, welche das Hornsilber zersetzen. Barba kannte aber solche Zwischenmittel sehr wohl, welche er *materiales* nannte, und von denen er

ſagt: „die, welche die erwähnte Eigenſchaft beſit-
„zen, ſind Guſseiſen, Blei oder Zinn und lebendi-
„ger Kalk; zur Gewinnung eines Metalles durch
„dieſe Materialien iſt das am wirkſamſten, wel-
„ches der Miſchung des Erzes am meiſten ent-
„ſpricht.“ Es ſcheint, daſs der Kalk auf naſſem
Wege auf das ſalzſaure Silber nicht wirkt, und er
iſt daher kein taugliches Mittel, daſſelbe zu zerſet-
zen, weſshalb auch Barba warnt, wenn man
Kalk gebrauchen wollte, nicht zu viel von dieſem
Material zu nehmen, *weil es ein Hemmungsmittel
iſt, das das Queckſilber verhindert, mehr Silber zu
ſammeln.* Vielleicht wuſste er nicht, daſs ſich in
der zu amalgamirenden Maſſe Hornſilber befindet;
deſſen ungeachtet ſcheint in unſerm Amerika, (be-
dient man ſich dort, wie es wahrſcheinlich iſt, eini-
ger jener Materialien,) der vorgebliche Verluſt des
Hornſilbers vermieden zu werden; und iſt das der
Fall, ſo kann man mit Grunde vermuthen, daſs
ſich beim Röſten und Verarbeiten des Erzes mit
Kochſalz eine gröſsere Menge Hornſilber erzeugt,
als man gewöhnlich glaubte.

Wir theilten bei unſrer Zurückkunft nach Ma-
drid dieſe Ideen, die uns intereſſirten, dem Herrn
Dr. Chriſt. Herrgen und den Herren D.
Vincent Ezpeleta und D. Joh. Modeſt
Peringer mit, welche, überzeugt von der Wich-
tigkeit des Gegenſtandes, und von gleichem Ver-
langen als wir beſeelt, die Geheimniſſe der Amalga-
mation zu entſchleiern und den Grund der Erſchei-

nungen beim Röſten und Amalgamiren durch eigne Erfahrung zu erkennen, ſich entſchloſſen, mit uns die zu dieſem Zwecke nöthigen Verſuche anzuſtellen. Der erwähnte Prof. Herrgen opferte hierzu mehrere koſtbare Stücke von Horn- und Glasſilber auf, die uns zu folgenden Verſuchen dienten.

1. Wir röſteten etwas Glasſilber, (Schwefelſilber,) das wir zu einem Pulver von mittlerer Feinheit zerſtoſsen hatten, auf einer Platte oder Schüſſel von Thon an einem gemeinen Ofenfeuer. Nachdem es 2 gute Stunden ſich in einer Glühehitze befunden hatte, bei der es einen Anfang von Schmelzung erleiden konnte, zogen wir es vom Feuer zurück, und ſetzten es zum Erkalten in Waſſer. Während des Röſtens wurde das Erzmehl oft umgerührt, damit die Hitze und die Luft auf die ganze Maſſe, ſo viel möglich, gleichmäſsig wirken möchte. Wir goſſen darauf etwas Waſſer auf das Erz, worin das während der Operation gebildete ſchwefelſaure Silber ſich auflöſte: die Schwefelſäure dieſer Auflöſung wurde durch ſalpeterſauern Baryt, und das Silber durch Kochſalz nachgewieſen. Der unauflösliche Rückſtand enthielt *erſtens* etwas Silber im Metallzuſtande und von faſerigem Anſehen; *zweitens* einen Antheil rothen Eiſenoxyds; und *drittens* etwas Erz, das unverändert geblieben war, und bei wiederhohltem Röſten dieſelben Reſultate gab.

2. Wir röſteten auf derſelben Platte und unter denſelben Umſtänden etwas Glasſilber mit einer Miſchung von gepulvertem Fluſsſpath, Kalkſpath, Schwer-

Schwerspath und Quarz; nachdem es zwei Stunden am Feuer gestanden hatte, bemerkten wir, dass sich ebenfalls eine beträchtliche Menge schwefelsaures Silber erzeugt hatte.

3. Wir rösteten auf dieselbe Art etwas Glassilber, das mittelmässig fein gestossen und mit Kochsalz vermischt war, und wuschen es darauf mit Wasser, um das unzersetzte Kochsalz und jedes andere Salz, das sich etwa während des Röstens erzeugt haben könnte, abzuscheiden. Wirklich zeigte salpetersaurer Baryt, dass Schwefelsäure vorhanden sey; — ein sicherer Beweis, dass sich schwefelsaures Natron gebildet hatte, welches entsteht, indem das Kochsalz durch die Schwefelsäure zersetzt wird, die sich durch das Verbrennen des im Glassilber enthaltenen Schwefels erzeugt. Nun vermischten wir das gewaschene Erz mit Ammoniak; dieses löste einen bedeutenden Antheil an salzsauerm Silber auf, welches durch Schwefelsäure wieder niedergeschlagen wurde. Das übrige war rothes Eisenoxyd und Glassilber, das bei wiederhohltem Rösten dieselben Resultate gab.

4. Wir vermischten etwas fein gepulvertes metallisches Silber mit Kochsalz und rösteten es. Hierbei verwandelte sich ein grosser Theil des Metalles in salzsaures Silber, wie sich durch Hülfe von Ammoniak auswies.

5. Wir rösteten feines metallisches Silberfeil mit einer Beimischung von Flussspath, Kalkspath, Schwerspath, Quarz und Kochsalz. Nach einer Zeit von

zwei Stunden nahmen wir es vom Feuer und fanden, vermittelſt des flüchtigen Laugenſalzes, daſs ſich eine Menge ſalzſauern Silbers erzeugt hatte.

6. Wir thaten in einen kleinen vor der Lampe geblaſenen Glaskolben natürliches ſalzſaures Silber mit etwas Waſſer und Queckſilber. Nachdem wir dieſe Miſchung, ohne ſie dem Feuer auszuſetzen, eine Zeit von zwei Stunden geſchüttelt hatten, nahmen wir das Queckſilber heraus, das, nachdem es durch doppelte Leinwand filtrirt worden, noch ein wenig Silberamalgama enthielt. Dieſer Verſuch wurde mehrere Mahl, bald mit natürlichem, bald mit künſtlichem ſalzſauern Silber wiederhohlt, und in beiden Fällen ging die Amalgamation mit Schwierigkeit und nur zum Theil, obwohl etwas ſchneller vor ſich, wenn wir künſtliches ſalzſaures Silber nahmen; vielleicht weil es ſich weit feiner pulvern läſst. Ehe wir das natürliche Hornſilber der Amalgamation unterwarfen, thaten wir es in Salpeterſäure, um alles Silber, welches nicht mit der Salzſäure vereinigt wäre, darin aufzulöſen.

7. Wir unterſuchten, wie Eiſen, Zinn, Blei und Kupfer, ohne Feuer, auf ſalzſaures Silber wirken, indem wir die Wirkung durch ein wenig Waſſer beförderten. Das Reſultat war, daſs die drei erſten Metalle es ſchnell, das Kupfer aber langſam zerſetzt.

8. Wir machten einen Verſuch, das Hornſilber kalt, mit etwas Waſſer und kleinen Stückchen Eiſen, zu amalgamiren: nachdem wir die Maſſe vier

oder fünf Minuten geschüttelt hatten, bemerkten wir, daſs die Amalgamation gröſsten Theils vollendet war.

9. Endlich thaten wir in einen kleinen eiſernen Tiegel ein wenig ſalzſaures Queckſilber mit Waſſer, und lieſsen es ſo einige Stunden ſtehen. Nach Verlauf derſelben bemerkten wir, daſs das Waſſer ein wenig ſalzſaures Eiſen aufgelöſt enthalte; ein Beweis, daſs das ſalzſaure Queckſilber zerſetzt wurde, da man keine Spur von reducirtem Queckſilber ſah. In dieſem Zuſtande ſetzten wir den Tiegel ans Feuer, um die Zerſetzung zu beſchleunigen. Bei dieſer Operation wurde das Queckſilber ſo zertheilt und mit ein wenig Eiſenoxyd vermiſcht, daſs man, um es wahrzunehmen, etwas von der Maſſe auf einer Kupferplatte reiben muſste, die dann vom Queckſilber eine weiſsliche Farbe annahm.

Das ziemlich reine Silberglaserz, deſſen wir uns zu den erſten Verſuchen bedienten, iſt von den Erzen, die man im Groſsen der Amalgamation unterwirft, verſchieden. Dieſe laſſen ſich leicht zermahlen; und da ſie im Verhältniſſe zu der Maſſe, worin das Silber verbreitet iſt, nur wenig davon enthalten, ſo müſſen aus dieſem Grunde die Säuren weit leichter auf ſie wirken, als auf die, mit denen wir die beſchriebenen Verſuche gemacht haben. Ferner enthalten die Erze, die man im Groſsen amalgamirt, gewöhnlich viel Schwefelkies, und daher entſteht beim Röſten derſelben eine gröſsere Menge von Schwefelſäure, als ihr eigner

U 2

Schwefel erzeugen kann. Beide Umſtände, die Verbreitung des Silbers durch eine gröſsere Maſſe, und die verhältniſsmäſsig beträchtlichere Menge von Schwefel, müſſen das Entſtehen von ſchwefelſauerm oder ſalzſauerm Silber, (je nachdem ohne oder mit Kochſalz geröſtet wird,) gar ſehr befördern.

Verbinden ſich, (wie das gewiſs iſt,) mehrere Silbertheilchen mit der Schwefelſäure, wenn man kein Kochſalz vor dem Röſten hinzu thut; hingegen mit der Salzſäure, wenn man ſich dieſes Mittels bedient: ſo kann nur der Mangel gehöriger Vertheilung und Abſonderung dieſer Theilchen von einander ſie hindern, alle gleiche Veränderung zu erleiden, wenn Säure genug vorhanden iſt. Wenn die Erze reich ſind, ſo daſs der Zentner bis zu 6 Mark Silber giebt, und ſie enthalten wenig Schwefel, aber viel Arſenik, den das Silber feſt hält, wie in Joachimsthal, ſo kann ſich die geringe Menge von Schwefelſäure oder Salzſäure in einer einzigen Röſtung nicht mit allem Silber vereinigen. Wenn im Gegentheile die Erze nur 4 Unzen Silber auf den Zentner und viel Schwefel enthalten, welches in Freiberg der Fall iſt, ſo erfolgt jene Vereinigung leicht.

Aus dem 4ten und 5ten Verſuche ergiebt ſich, daſs freies metalliſches Silber ſich beim Röſten mit Kochſalz immer in ſalzſaures Silber verwandelt, und daſs die Menge des ſo erhaltenen ſalzſauern Silbers mit dem Grade der Vertheilung der Silbertheilchen in der ganzen Erzmaſſe, die man mit ei-

ner gleichen Quantität Salz vermischt, im Verhältnisse steht. Wenn man in Joachimsthal die Erze zum zweiten oder dritten Mahle röstet, muss wenig Schwefel darin bleiben, weil sie anfänglich nur wenig davon enthielten, und dennoch wird bei jeder Röstung salzsaures Silber erzeugt.

Aus dem Obigen folgt, dass, wenn man das Silbererz ohne Salz röstet, sich eine Menge schwefelsauern Silbers bildet; wenn man dieses aber hernach mit Kochsalz vermischt, es sich zersetzt und in salzsaures Silber verwandelt. Röstet man mit Kochsalz, so bildet sich sogleich, statt des schwefelsauern, salzsaures Silber.

Man behauptet gewöhnlich, salzsaures Silber sey flüchtig; allein in welchem Grade von Hitze, und in welcher Quantität es flüchtig ist, das weiss man nicht. Die gröſste Hitze, welche das Erz beim Rösten erhält, ist die dunkle kirschrothe Gluth, und diese dauert auch nur eine gewisse Zeit: dieser Grad von Hitze ist aber weit geringer, als der, bei welchem man das Hornsilber reducirt. Gesetzt indess auch, während des Röstens verflüchtigte sich ein kleiner Theil des Hornsilbers, (welches sich eben so wohl dem Luftstrome, der durch den Ofen streicht und einige Theilchen des feinsten Staubes mit sich entführt, als dem Grade der Hitze zuschreiben liesse,) so darf man dies doch nicht als wirklichen Verlust ansehen, da alles, oder doch fast alles, in den Kammern der Oefen aufgefangen wird, die zu diesem Zwecke eingerichtet sind.

Der 6te Verſuch beweiſt, daſs die Amalgamation des Hornſilbers ohne alles Zwiſchenmittel, durch das Queckſilber allein, möglich iſt; und daſs, da dieſe kalte Amalgamation ſehr langſam erfolgt, man ſie mit Hülfe einiger Wärme beſchleunigen kann.

Die ſchnelle Zerſetzung des ſalzſauern Silbers in kaltem Waſſer, vermittelſt des Eiſens, Zinnes oder Bleies, zeigt, daſs dieſe Metalle ſehr wirkſame Mittel ſind zur kalten Amalgamation des Hornſilbers, wie wir das im 8ten Verſuche geſehen haben, wo vermittelſt Eiſens eine ſchnelle Amalgamation bewirkt wurde, die ohne Zweifel weit langſamer erfolgt wäre, wäre das Silber weniger vertheilt, aber im Metallzuſtande geweſen.

Aus dem 9ten Verſuche erhellt, daſs, wenn ſalzſaures Queckſilber durch Eiſen zerſetzt wird, die Salzſäure nicht auf das Queckſilber wirken kann, ſo lange noch Eiſen in der Maſſe iſt, und daſs dieſe Säure keinen Verluſt an Queckſilber hervor bringt, der gewiſs Statt finden würde, wenn man ſich keines Zwiſchenmittels bediente.

Aus allem dieſem ergiebt ſich: *erſtens*, daſs man, wenn man das Erz vorm Röſten mit Kochſalz vermiſcht, oder gleich darauf, wie es in Amerika geſchieht, immer ein Antheil ſalzſauern Silbers entſteht; *zweitens*, daſs die Mittel, deren man ſich zur vortheilhafteſten Art der Amalgamation, wie in Freiberg, bedient, dieſelben ſind, die man nothwendig anwenden müſste, wenn ſalzſaures Silber zu amalgamiren wäre; und *drittens*, daſs die Schwierig-

keit, die ſich bei der kalten Amalgamation im Groſsen vermittelſt Kupfers zeigt, dieſem Zwiſchenmittel zuzuſchreiben iſt, welches das ſalzſaure Silber nur langſam, obwohl ſchneller, als es das Queckſilber thut, zerſetzt. Man darf alſo ohne Bedenken behaupten, daſs der gute Erfolg der Amalgamation davon abhängt, daſs das Silber in eine Verbindung mit der Salzſäure trete, oder in Hornſilber verwandelt werde.

Iſt dieſes richtig, ſo darf es uns nicht befremden, daſs man aus reichen Erzen nicht alles Silber durch eine einzige Amalgamation erhält, und daſs man die Rückſtände wieder mit etwas Kochſalz röſten muſs, um das Silber nicht zu verlieren, welches bei der erſten Amalgamation darin bleibt. Wenn die Erze reich an Silber ſind, ſo iſt es ſehr ſchwer, alles Silber in ſalzſaures Silber zu verwandeln, ohne Stoffe hinzu zu thun, welche Schwefel, oder Schwefelſäure enthalten, die ſie dem Silber mittheilen können, — und die Operation des Röſtens wird dann ſo weitläufig und koſtſpielig, daſs man dergleichen Silbererze ſtets dem Schmelzungsprozeſſe unterwerfen ſollte.

Da die Einwirkung, welche das reguliniſche Eiſen auf ſalzſaures Silber äuſsert, die kalte Amalgamation befördert, wie der gute Erfolg zeigt, womit man es in Böhmen und Sachſen anwendet, und da das Eiſen zugleich verhindert, daſs nicht die Säuren das Queckſilber angreifen, wodurch ein Verluſt an Queckſilber entſtehen würde: ſo iſt

das Eisen bei Silberamalgamationen vor allen andern Metallen, die seltner, schwerer anzuschaffen und nicht so wirksam sind, vorzüglich zu empfehlen. Die einzige mit dem Gebrauche dieses Mittels verbundene Unbequemlichkeit ist, dass es das Kupfer aus seinen Verbindungen mit den Säuren regulinisch niederschlägt, da sich dann, wenn die Erze Kupfer enthalten, ein Theil dieses Kupfers mit amalgamirt, und das Silber, welches man erhält, mit Kupfer legirt ist. Aber diese Unbequemlichkeit ist im Vergleich mit denen, die aus dem Gebrauche anderer weniger adäquater Zersetzungsmittel entstehen können, sehr unbedeutend.

Dies sind die Resultate der Versuche, welche wir angestellt haben, um die wahre Theorie der Amalgamation und die Methode, die man befolgen müsse, zu entdecken, — ein Gegenstand, der für unser Spanien von der äussersten Wichtigkeit ist. Wir hoffen sie mit der Zeit fortzusetzen, in der Erwartung, dass gelehrte Chemiker, denen die Umstände erlauben, Versuche und Beobachtungen im Grossen anzustellen, über unsre Versuche und deren Resultate noch ein helleres Licht verbreiten werden.

V.

Galvani'sche Säulen ohne Feuchtigkeit, und Säulen, welche ganz aus vegetabilischen Materien bestehen.

1. *Prüfende Versuche über Säulen beider Art, angestellt von der galvani'schen Societät in Paris;*

mitgetheilt von Riffault. *)

A.

Herr Maréchaux in Wesel hatte der galvani'schen Societät, deren Correspondent er ist, angezeigt, er bediene sich seit einiger Zeit electrischer Säulen, die aus Zink, Messing und *trockener* Pappe zusammen gesetzt sind, und finde sie zu seinen Versuchen vorzüglich geschickt; Feuchtigkeit sey daher keine unnachläfsliche Bedingung zur Erzeugung der galvani'schen Electricität. Die Societät glaubte eine Thatsache dieser Art durch eigne Versuche verificiren zu müssen, und diese stellte sie gerade so an, wie sie Herr Maréchaux in seinem Briefe beschrieben hatte.

Sie liefs schon gebrauchte Zinkplatten reinigen und poliren, eben so viel neue Messingplatten ver-

*) Zusammen gezogen aus den *Annales de Chimie*, t. 57, p. 61. d. H.

fertigen, und baute aus ihnen mit Hülfe *nicht-befeuchteter* Pappenſcheiben auf einer gröſsern Meſſingſcheibe als Grundlage, eine Säule von 49 Lagen. Durch die gröſsere Scheibe waren nahe am Rande drei Löcher gebohrt, und durch dieſe drei ſeidene Schnüre gezogen, welche über der Säule zuſammen geſchürzt, und an einen Haken aufgehängt wurden; dies iſt Herrn Maréchaux's *hängende Säule.* *) Sie wurde mit dem von Herrn Veau-Delaunay vereinfachten Maréchaux'ſchen Electro-Mikrometer in Verbindung geſetzt, und zeigte daran eine Spannung von 360° des Electro-Mikrometers, von der man ſich verſicherte, daſs ſie keine Wirkung der Luftelectricität, ſondern galvani'ſcher Anziehung ſey.

Dieſer Verſuch wurde unter mancherlei Abwechſelungen wiederhohlt. Statt jeder Pappenſcheibe nahm man 4 Scheiben aus trockenem *Löſchpapier;* alle Wirkung war verſchwunden. Man nahm darauf Pappenſcheiben, die in einem Ofen völlig getrocknet worden waren; die Anziehung

*) Man vergleiche *Annalen*, XX, 359. Von dieſer Einrichtung hängt der angekündigte Erfolg nicht ab; ſtehende Säulen mit trockenen Pappenſcheiben ganz frei aufgebaut, zeigen eben ſo gut als hängende am Maréchaux'ſchen Electro-Mikrometer eine kleine Wirkung, wie ich mich durch eignen Augenſchein während eines kurzen Aufenthalts des Herrn Predigers Maréchaux hier in Halle, zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe. *d. H.*

betrug im Mittel aus mehrern Versuchen 372°. Eine Säule von 25 Lagen aus denselben Scheiben erbaut, äusserte nur eine Anziehung von 160°. Als man darauf alle Pappenscheiben fortliefs, so dafs die Säule blofs aus Metallplatten bestand, zeigte sich gar keine Anziehung.

Diese ersten Resultate reichten hin, die zu prüfende Thatsache zu bestätigen, welche Herr Maréchaux der Societät bekannt gemacht hatte. Aber diese galvani'sche Wirkung der hängenden Säule war nur vermittelst eines unendlich empfindlichen Instruments wahrgenommen worden. — Es bleibt daher der Gesellschaft noch übrig, zu untersuchen, welche Vortheile für die genauere Kenntnifs des Galvanismus sich von einer so wichtigen Entdeckung durch Hülfe mächtigerer Wirkungsmittel ziehen lassen; und wie sich trockene Säulen zu feuchten verhalten. Dies ist der Zweck, den sich die Klasse der physikalischen Untersuchungen der Societät bei ihren fernern Arbeiten und Versuchen vorgesetzt hat.

B.

Es ist im Moniteur vom 22sten Brumaire, (13ten Nov. 1805,) angezeigt worden, der Dr. Joseph Baronio zu Mailand habe dort die Beschreibung einer *galvani'schen Säule, die aus blofsen vegetabilischen Materien besteht*, bekannt gemacht, und die Physiker eingeladen, seine Versuche zu wiederhohlen und abzuändern, indem er sich schmeichle, dafs sie dazu beitragen werden, die Theorie des

Galvanismus auf die allgemeine Vegetation auszudehnen. *) Es kam der galvani'schen Societät zu, auf diesen Aufruf des Drs. Baronio zuerst zu antworten.

Sie hat sich daher sogleich damit beschäftigt, eine Säule nach seiner Art aufzurichten. Sie verschaffte sich 60 Scheiben von *Nussbaumholz*, jede von 2 Zoll Durchmesser, die mit einem erhöhten, etwa $1\frac{1}{2}$ Linien hohen Rande versehen waren, und liess sie eine geraume Zeit lang in Essig kochen. Ferner eben so viel etwas kleinere Scheiben aus rothen *Rüben*, und ähnliche aus *Rettig* (*Raphanus sativus L.*) geschnitten. Aus ihnen baute man eine Säule von 60 Paaren Rüben- und Rettigscheiben auf, in der jedes Paar vom andern durch eine jener Scheiben aus Nussbaumholz getrennt war, und goss in die Nussbaumscheibe eine Auflösung von Weinsteinrahm in Essig. Darauf brachte man an der untersten Scheibe ein Blatt Löffelkraut (*Cochlearia*) und an der obersten einen Streifen von doppeltem in Weinessig getränkten Löschpapier an.

Nachdem alles auf diese Art, genau nach der detaillirten Vorschrift, wie sie im *Moniteur* steht, eingerichtet worden war, liess man die Säule auf ein Froschpräparat wirken, indem man das Rücken-

*) Eine Uebersetzung der Nachricht im Moniteur, die indess nichts Wesentliches mehr enthält, als was man hier findet, steht in Voigt's *Magazin*, B. XI, S. 69. *d. H.*

mark des Frosches mit dem Löffelkrautblatte und die Muskeln mit dem Streifen Löschpapier in Berührung brachte. Drei Frösche, die einer nach dem andern, und jeder zu wiederhohlten Mahlen auf diese Art an die Säule angebracht wurden, geriethen in keine Art von Bewegung. *) Und doch waren sie so erregbar, dass, wenn man sie auf ein Messer stützte, um sie dem Conductor der Säule zu nähern, sie heftig in Zuckungen geriethen, wenn sie mit der Klinge oder den Silberscheiben des Stiels des Messers in Berührung kamen. **)

Nachdem man mit diesen Fröschen auf alle Art umsonst versucht hatte, der Säule eine Wirkung zu entlocken, setzte man die Säule mit dem Electro-Mikrometer in Verbindung. Auch hier erhielt man nichts.

*) Der Dr. Baronio will auf diese Art von einem Froschpräparate galvani'sche Wirkungen gesehen haben, nennt mehrere Zeugen, die bei Wiederhohlung des Versuchs unter gleichem Erfolge gegenwärtig waren, und will auch aus Scheiben anderer Pflanzentheile ähnliche wirksame Säulen zusammen gesetzt haben. Dass dabei Täuschung möglich war, wenn der Versuch nicht mit aller Vorsicht angestellt wurde, zeigt schon das Folgende.
d. H.

**) *lorsqu'en les appuyant sur un couteau pour les approcher du conducteur de la pile, elles se trouvaient porter sur la lame, ou sur les disques d'argent du manche de ce couteau.*

Darauf verband man eine hängende Säule nach Herrn Maréchaux's Art aus 60 Paar neuen Kupfer- und Zinkscheiben mit nicht-feuchten Pappenscheiben, mit dem Instrumente. Es zeigte eine Spannung von 180°. In demselben Augenblicke brachte man an die Säule die Froschpräparate an, welche zu den vorigen Versuchen mit der Säule aus Vegetabilien gedient hatten; es zeigte sich in ihnen keine Spur von Contraction.

Die galvani'sche Societät hat also in dem vom Dr. Baronio bekannt gemachten Versuche die Resultate, welche er ankündigte, nicht erhalten. Er gab ihr aber Gelegenheit, wahrzunehmen, dass das Electro-Mikrometer, dessen sie sich bei ihren Versuchen bedient, für die Aeusserung der kleinsten galvani'schen Wirkungen noch empfindlicher ist, als das Froschpräparat.

---

2. *Einiges über Herrn* Maréchaux's *Säulen ohne Feuchtigkeit; aus einem Briefe des Hrn. Predigers* Maréchaux *an den* Herausgeber.

Berlin im August 1805.

Seit meiner Rückkunft nach Berlin habe ich das Vergnügen gehabt, mit Herrn Prof. Erman, dessen Scharfsinn und Erfahrung ich zu benutzen suchte, mehrere Tage zuzubringen, unter Versuchen mit dem Electro-Mikrometer und mit meiner Säule ohne alle Feuchtigkeit. Prof. Erman war der

Meinung, dafs die ganze Wirkung dieser letztern auf der hygroſkopiſchen Natur der trockenen Pappenſcheiben beruhe, und um dieſes zu beweiſen, ſtellte er folgenden Verſuch an. Er ſchloſs in eine Flaſche eine Säule mit trockenen Pappenſtücken von 12 Lagen ein, und brachte in die Flaſche ſalzſauern Kalk. Die Korke, durch welche die Platindrähte geſtochen waren, wurden mit Baumwachs geſperrt, und ſo auch das Glas ſelbſt, welches auf eine Glasſcheibe feſt gekittet wurde. Die Säule verlor ſogleich in dieſem Kerker über die Hälfte ihrer Intenſität, und nach einigen Stunden, als ſie ſich noch ziemlich gleich hielt, ſank ſie, ich darf ſagen, gänzlich auf Null, und blieb ſo die beiden folgenden Tage, an denen das Electro-Mikrometer nachher zu andern Verſuchen gebraucht wurde. Dieſer Verſuch überzeugte mich indeſſen nicht, und Hr. Erman hatte die Güte, meiner Hartgläubigkeit nachzugeben, und mir zu verſprechen, dafs er ſuchen wolle, durch andere Verſuche ſeine Meinung zur Gewiſsheit zu bringen.

Verſuche, die meines Erachtens voran gehen müſsten, ſind folgende: *Erſtens* muſs verſucht werden, wie ſich eine Säule verhält, wenn ſie ohne ſalzſauern Kalk eingeſperrt iſt. Ich glaube, daſs ſie auch nach einer gewiſſen Zeit ausſterben wird. *Zweitens* müſste, glaube ich, verſucht werden, wie die Säule mit ſalzſauerm Kalk behandelt, ſich verhalte, wenn Luft aus einer Nebenflaſche, worin ſalzſaurer Kalk iſt, in die andere gelaſſen wird.

Lebt die Säule nach diesem Prozesse nicht auf, so würde es bewiesen seyn, dass es das Wasser ist, dem sie ihre Thätigkeit verdankt. *Endlich* müsste auch wohl versucht werden, um wie viel die Thätigkeit abnimmt, wenn der Draht mit Baumwachs umgeben ist. Ich bin der Meinung, dass Wachs die Expansivkraft besonders hemmt, und dieser Versuch scheint mir interessant, weil man zu den Gewitterableitern die eisernen Stangen mit Oehlfarbe überzieht.

Eine Sache ist mir sehr auffallend gewesen. Hrn. Erman's Zink - Silber - Säulen standen auf der Harzfläche eines grossen Electrophors, die er zum Isoliren gebraucht. Diese Säulen gaben, wenn ein einziger Pol mit dem Electrometer verbunden wurde, nur einige 30 bis 40 Grad; dagegen in meinem seidenen Gestelle bekam ich von jedem Pole die Hälfte der Intensität der ganzen Säule, und das jedes Mahl. Erklären Sie mir diese mir ganz unerwartete Erscheinung. *) — —

Endlich überzeugte sich Herr Erman von dem Wechsel der Intensität an eben derselben Säule, und unter

*) Den Grund davon möchte ich darin suchen, dass so kurze seidene Schnüre, wie sie in Herrn Maréchaux's hängender Säule die beiden Endplatten verbinden, besonders wenn sie nicht erwärmt und getrocknet worden, als Leiter, und zwar als *bipolare* Leiter, (s. oben S. 17,) wirken, wie das Prof. Erman von einer feuchten hänfenen Schnur, *Annalen*, VIII, 207, dargethan hat. *d. H.*

unter eben denſelben Umſtänden. Er war ſehr abgeneigt, dieſen Wechſel zu glauben, und war der Meinung, eine Säule müſſe ſich gleich thätig zeigen, wenn die Nebenumſtände, der Leitungsdraht, u. ſ. w., immer nach denſelben Verhältniſſen wirkten. Es war ihm nicht einleuchtend, daſs von einem Augenblicke zum andern die Electricität ſich dergeſtalt modificiren könne, daſs die Säule ſofort dieſen Zuſtand derſelben anzeigen ſollte, und das um ſo weniger, da ihm ſeine electroſkopiſchen Werkzeuge ſo etwas nicht gezeigt hatten. Ich wendete ihm ein, daſs es nicht möglich ſey, an dem gemeinen Electrometer eine Differenz wahrzunehmen, die höchſtens den 12ten Theil einer Linie in ſich faſst; indeſſen wird dieſe Sache doch ſeine ganze Aufmerkſamkeit beſchäftigen. Mein Wunſch war, daſs er dieſe electro-meteorologiſchen Verſuche neben ſeinen Dalton'ſchen Ausdünſtungsverſuchen anſtelle, indem es mir ahndet, daſs beide wohl mit einander harmoniren würden. Ob der Gang ſeiner Unterſuchung dieſes zulaſſen wird, weiſs ich nicht.

Wir prüften mit einander die Electricität des Turmalins, zu welchen Verſuchen mein Electro-Mikrometer nicht ſo günſtig iſt, als das Weiſsiſche. Dieſe Verſuche waren mir um ſo angenehmer, da ich noch nicht Gelegenheit gehabt hatte, dergleichen zu ſehen.

Uebrigens gefiel es unſerm Freunde nicht, daſs das Electro-Mikrometer die Intenſität der Electricität

in dem Augenblicke zeigt, da ſie ihre wechſelſeitige Wirkung deſtruirt, und er zog diejenigen vor, die die Gattung der Electricität beharrend beibehalten. Es kann freilich oft unangenehm ſeyn, über die Gattung nicht entſcheiden zu können, allein ich bin der Meinung, daſs es für die Phyſik weit nützlicher iſt, mit der Intenſität der Kraft und der Abwechſelung derſelben genau bekannt zu ſeyn, als zu wiſſen, welche Gattung von Electricität ſich an dieſe oder jene Subſtanz ſchlieſst; oder vielmehr, beides iſt nützlich, und es iſt daher gut, daſs man Electroſkope und Electrometer habe. Auch gefiel Herrn Erman die Feinheit der Eintheilung nicht, die, ſagte er, dem Fortgange der Wiſſenſchaft nachtheilig ſeyn würde, indem ſie nur überall Ungewiſsheit brächte, wo man mit etwas gröbern Eintheilungen Gewiſsheit haben würde. Dieſer Meinung bin ich aber nicht. Feinere Eintheilungen belehren über das Detail, zeigen Differenzen, wo man keine ahnete, und führen zu Aufſchlüſſen, zu welchen man ſonſt nicht gelangen würde. *)

*) Voraus geſetzt, daſs man das Inſtrument, und alles das, wovon kleine Anomalieen abhängen können, ſo genau und ſo durchaus kenne, wie das jetzt bei den aſtronomiſchen Inſtrumenten der Fall iſt, mit denen man bis auf das feinſte miſst. Man weiſs, wie viel Streitigkeiten über die Duplicatoren der Electricität geführt worden ſind. *d. H.*

VI.

Sonderbares Tönen einer heiſsen Silbermaſſe während des Erkaltens,

vom

HERAUSGEBER.

Während eines Aufenthalts im vergangenen Herbſte von mehrern Tagen auf einigen Hüttenwerken im benachbarten Mansfeld und im Saalkreiſe hatte ich, durch die zuvor kommende Güte ihrer Vorſteher, Gelegenheit, viele für mich neue und lehrreiche Bemerkungen einzuſammeln. Etwas, wovon alle, die dabei gegenwärtig geweſen waren, nicht ohne Verwunderung ſprachen, war die ſonderbare Weiſe, wie in einer Maſſe Silber von ſelbſt eine Art von Orgelton entſtanden ſeyn ſoll. Da mir kein Beiſpiel einer ähnlichen Art von Tonerzeugung bekannt iſt, ſo glaube ich, werden Akuſtiker das, was ich darüber erfahren und ſelbſt mit beobachtet habe, hier nicht ungern leſen.

Auf der *Seigerhütte* bei Hettſtädt, wo aus den Schwarzkupfern des ſächſiſchen Mansfelds das Silber geſchieden und das Kupfer gahr gemacht wird, wurde gerade damahls ein ziemlich ins Groſse gehender Verſuch, dieſen Prozeſs durch Amalgamation zu vollführen, unter den Augen des jetzigen Oberauffſebers der mansfeldiſchen Berg- und Hüttenwerke, des trefflichen Geognoſten und Berg-

baukundigen, Herrn Bergcommiſſionsraths Freisleben, von Herrn Anrichter Schwarz beendigt. Dieſer ausgezeichnete, auch mit der theoretiſchen Chemie gründlich bekannte Hüttenmann war durch das verunglückte Unternehmen, welches dem ſel. Gren die letzten Monate ſeines Lebens verbitterte, einen von ihm erdachten neuen Seigerungsprozeſs durch Schmelzung hier durch Verſuche zu bewähren, veranlaſst worden, ſich mit der Seigerung durch Amalgamation zu beſchäftigen. Die vielen unerwarteten Schwierigkeiten, auf die er dabei ſtieſs, die Art, wie er ſie allmählig überwand, und ſo manche die Chemie berichtigende Erfahrung, auf die er dabei kam, von ihm erzählen zu hören, war für mich ſehr intereſſant; nur die Abſicht, welche Hr. Schwarz hat, ſeine Amalgamationsverſuche ſelbſt bekannt zu machen, kann mich hindern, den Chemikern daraus manches mitzutheilen. Er war jetzt bei dem letzten groſsen Probeverſuche; das Silber hatte er eben rein dargeſtellt, und davon wenigſtens ſo viel, als durch den gewöhnlichen Seigerungsprozeſs erhalten; ob er mit dem Kupfer auch ſo glücklich ſeyn werde, das ſollte ſich nun gerade zeigen. *) Bei dem groſsen Mangel an Brennmaterial würde die Einführung der Amalgamation, (iſt ſie thunlich,) für unſre ganze Gegend, eben ſo wohl als für den Bergbau, eine Wohlthat ſeyn.

*) Auch in Hinſicht der Menge des ausgebrachten Kupfers iſt dieſer Verſuch, wie ich ſeitdem erfahren habe, genügend ausgefallen. *d. H.*

Herr Anrichter Schwarz hatte von diesem erhaltenen Amalgamationssilber ungefähr 6 Mark in einem Tiegel geschmelzt und in eine flach-convexe eiserne Pfanne ausgegossen. Die Scheibe, in welcher das Silber in dieser Pfanne erstarrte, hatte 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, bei etwa ½ Zoll Höhe, und wurde von Herrn Schwarz, um schneller zu erkalten, auf einen eisernen Amboss, mit der convexen Seite unten, gelegt. Bald darauf glaubte er den Ton einer Orgel zu hören. Voll Verwunderung sah er sich nach der Ursache der ungewöhnten Musik um, und fand, dass es das Silber war, von welchem der Ton ausging. Ueber die Umstände, welche diese sonderbare Erscheinung begleiteten, machte er folgende Bemerkungen, die er mir kurz darauf aus dem Gedächtnisse mittheilte.

Das Stück Silber lag, vermöge der zufälligen Gestalt der Pfanne, an der convexen Seite mit drei Punkten auf dem Ambosse auf; lag also hohl, und tönte nur in einer Lage recht gut, in welcher es auf diesen Punkten fest auflag; schlechter, wenn es in eine andere Lage gedreht wurde. Den Ton, welchen es hören liess, vergleicht Herr Schwarz mit dem einer tiefen Orgelpfeife. Sich selbst überlassen, blieb es bei einerlei Ton; berührte er aber Stellen am Rande, so veränderte sich der Ton ein wenig. Dasselbe geschah, wenn er auf die obere Fläche des Ambosstocks irgendwo drückte, oder wenn er gegen den eisernen Ring schlug, der den Ambosstock oben umgab:

Die Sonderbarkeit der Sache veranlaſste ihn, den thätigen und verdienten Vorſteher des Hüttenwerks, Herrn Factor Voigtel, und die andern Beamten herbei rufen zu laſſen. Sie bezeugten mir einſtimmig die Richtigkeit der Sache, und wie ſehr das Ungewöhnliche der Tönung ſie überraſcht habe. Hr. Anrichter Schwarz lieſs in ihrer Gegenwart aus dem übrigen Amalgamationsſilber in derſelben Pfanne eine zweite, der vorigen ganz ähnliche Silbermaſſe gieſsen, und ſie ſo heiſs, als es ging, auf den Amboſs legen. Auch ſie gab dieſelben Erſcheinungen, nur in gröſserer Intenſität, als die vorige, welche ſchon mehr erkaltet war.

Ungefähr vierzehn Tage darauf beſuchte ich die Seigerhütte. Zu dem vielen Intereſſanten in dem Hüttenwerke und um daſſelbe, worauf Herr Bergcommiſſionsrath Freisleben mich aufmerkſam zu machen die Güte hatte, gehörte auch dieſe akuſtiſche Merkwürdigkeit; und da die Zeit es mir erlaubte, der freundſchaftlichen Einladung des Herrn Factors zu folgen, und einige Tage bei ihm zu verweilen, ſo wurde beſchloſſen, daſs der Verſuch in meiner Gegenwart wiederhohlt werden ſollte.

Das Amalgamationsſilber war indeſs ſchon fein gebrannt worden; wir konnten daher unſre Beobachtungen nur an Blickſilber und an fein gebranntem Silber anſtellen. Die aus Blickſilber gegoſſene Scheibe war mit einer Haut von Bleioxyd umgeben; ſehr begreiflich tönte ſie alſo weder während des Erkaltens von ſelbſt, noch nachher, wenn man dar-

an schlug. Mit dem fein gebrannten Silber gelang uns zwar der Versuch, als man es in derselben eisernen Pfanne zu Silberscheiben erstarren liess, die in Grösse und Gestalt ganz mit den vorigen überein stimmten; allein der Ton wurde minder intensiv, und hatte weniger Aehnlichkeit mit den Orgeltönen, als er das erste Mahl gehabt haben soll. Herr Schwarz suchte sich dieses daraus zu erklären, dass das Amalgamationssilber, (es ist in der Regel $15\frac{3}{4}$löthig,) viel härter und elastischer, als das ganz fein gebrannte Silber sey, war aber zweifelhaft, ob er die grössere Härte einer Beimischung von fremden Metallen von ähnlichem Oxydationsvermögen als das Silber, (wahrscheinlich Nickel,) oder der Beschaffenheit des Amalgamationssilbers, vermöge der es beim Feinbrennen einen Geruch nach Salzsäure ausstosse, zuschreiben sollte.

Die erstarrte Silbermasse wurde, noch sehr heiss, mit der convexen Seite nach unten, auf den kalten Ambofs gelegt, und hier nahmen wir während des Erkaltens derselben Folgendes wahr:

Als sie nur an zwei Stellen auflag, gerieth sie in eine schwankende Bewegung, indem sie sich um die Achse, die durch die beiden Punkte bestimmt wurde, hin und her drehte. Diese Bewegung wurde sehr schnell, und durch das Anschlagen gegen den Ambofs entstand ein ununterbrochener tiefer brummender Ton. Zugleich hörte man einen zweiten feinen, doch nur sehr schwachen Ton. Bei-

de wären ganz verschieden von dem so genannten Orgeltönen des Amalgamationssilbers.

Wenn die Silberscheiben auf drei Punkten fest auflagen, so entstand in keiner derselben bei unsern Versuchen von selbst ein Tönen. Auch wenn man mit einem Kupferstabe oder mit einem andern Metalle daran schlug, tönte sie nicht, so lange sie noch sehr heiss war. Hatte sie aber einige Zeit auf dem Ambosse gelegen, so brachte ein solcher kleiner Schlag gegen irgend eine Stelle des Randes sogleich einen singenden Ton, von bedeutender Stärke, hervor, der in derselben Höhe ununterbrochen anhielt, anfangs wohl mehrere Minuten lang, späterhin kürzere Zeit, und zuletzt durch höhere Töne zur Ruhe überging. Mit einem Orgeltone mochte ich ihn nicht vergleichen; eher mit dem Tone, den man beim Ohrenklingen zu hören glaubt, mit dem er einerlei Stärke hatte, nur dass er etwas tiefer war. Schlug man nach dem Erlöschen des Tons aufs neue an eine Stelle des Randes, so wurde der Ton wieder erweckt; mehrentheils in derselben, manchmahl in einer etwas veränderten Höhe. Auch veränderte der Ton mitunter seine Höhe ein wenig, wenn man während des Tönens an eine andere Stelle des Randes schlug. Ohne Daranschlagen töne aber, wie gesagt, das Silber nie, wenn es fest auflag.

Eine Zeit kam, da die Silberscheibe mir am lebhaftesten zu tönen schien. War sie bis auf einen gewissen Grad abgekühlt, so war durch das Daranschla-

gen der singende lange dauernde Ton nicht mehr zu erregen; dann aber fing sie an, bei dem Daranschlagen den bekannten Glockenton zu geben, welcher von jenem singenden gänzlich verschieden war. Schade, daſs keiner von uns so viel musikalisches Gehör hatte, um die Tonhöhen ungefähr zu schätzen.

Sand, der auf die Oberfläche der Silberscheibe gestreut wurde, blieb während des Tönens derselben in völliger Ruhe; und doch fühlte man in der Silbermasse, wenn man sie lose mit dem Finger berührte, ein starkes Zittern. Drückte man den Finger stärker an, so schwieg sie. Auch in dem Ambose, auf dem das Silber lag, und in dem mächtigen Klotze, in welchem der Amboſs steckte, schien während des Singens eine zitternde Bewegung vor sich zu gehen, wenn man sie lose mit dem Finger berührte, nach Urtheil des Gefühls. Als die Silberscheibe auf das breite Ende eines groſsen Hammers gelegt wurde, dessen Stiel man hielt, und dessen scharfes Ende auf dem Ambose oder dem Klotze ruhte, so tönte es ebenfalls beim Daranschlagen; die Tonhöhe schien aber verschieden zu seyn, wenn der Hammer auf dem Ambose, oder wenn er auf dem Holze ruhte. Hierbei empfand der, welcher den Hammer hielt, ein starkes Zittern im Stiele. Als die Silberscheibe auf eine Bleiplatte, auf ein umgekehrt stehendes hohles Gewicht aus Messing, auf einen umgekehrten thönernen Tiegel gelegt wurde, war sie nicht zum Tönen zu bringen. Eben so wenig, wenn der Amboſs gar zu heiſs geworden war;

wohl aber, so bald er dann mit Wasser abgekühlt wurde.

Während des Singens liess sich in der Mitte der Oberfläche, manchmahl auch am Rande, ein Kupferstab an die Silbermasse halten, ohne dass das Tönen aufhörte; wiewohl das im ersten Falle Einfluss auf die Tonhöhe hatte, und im zweiten das Tönen etwas störte. Drückte man stark auf, so verstummte das Silber.

Herr Anrichter Schwarz wollte an Silbermassen von bedeutender Grösse und unter abgeänderten Umständen diese Versuche bei Gelegenheit fortsetzen. Was wir gemeinschaftlich beobachteten, reicht, so viel ich einsehe, nicht aus, irgend eine genügende Erklärung über die Art zu geben, wie dieser Ton entsteht, wesshalb ich darüber keine Meinung hinzu füge.

VII.

Steinregen.

In einem Foliobande alter *einzelner* Holzſchnitte der herzoglichen Bibliothek zu Gotha, Seite 112, iſt Nachricht von einem *erſchrecklichen Geſicht und Wunderzeichen*, welches den 1ſten März 1564 zwiſchen Mecheln und Brüſſel geſehen worden, gedruckt zu Laugingen durch Emanuel Saltzer, auf einem Blatte mit einem bunten Holzſchnitte. Der Himmel war erſt hell, um 9 Uhr iſt er gar feurig geworden, und hat einen Widerſchein auf Erden gegeben, daſs alles ganz gelb anzuſchauen. „Indem ſind drei Männer, ſo Königs Geſtalt gehabt, erſchienen mit Krönen auf ihren Häuptern, „die ſind ungefährlich drey Vierthelſtund geſtanden. Nach dieſem ſind ſie zuſammen gangen und „ungefährlich ein Vierthelſtund bey einander ſtehend verharret und alſo verſchwunden. Alsdann „ſein erſchreckliche Stein vom Himmel gefallen, in „Geſtalt und Farb als wären ſie Marblſtein, darunter ſind etlich gar groſs bey fünf und ſechs Pfund „ſchwer, gröſser und kleiner geweſen.“

L. A. von Arnim.

VIII.

Schwimmende Ketten.

(*Aus einem Schreiben aus Pillau vom 19ten Februar im Hamburger Correſpondenten, No. 41, 1806.*

— — Es war den 9ten dieſes, der Wind ſtark aus Südoſt, und der Thermometerſtand $33\frac{1}{2}°$ F., als ſämmtliche 6 Klafter lange eiſerne Ketten, woran die Tonnen im hieſigen Seegatt befeſtigt ſind, und von denen einige in einer Tiefe von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Klafter viele Jahre auf dem Grunde verloren gelegen hatten, von ſelbſt *aus dem Waſſer empor ſtiegen* und auf der Oberfläche ſchwammen. Ferner, ein Tau, ungefähr 30 Klafter lang, das verwichenen Sommer verloren ging und in einer Tiefe von 5 Klaftern lag, kam ebenfalls herauf und ſchwamm horizontal, wie jene Ketten; daſſelbe geſchah mit Steinen, die, Gott weiſs, wie lange, im Meeresgrunde gelegen.

Dieſes iſt das wahre Phänomen, das den Unkundigen hier völlig mirakulös, den Kennern der Naturwirkungen aber wohl begreiflich und erklärbar iſt, als die Wirkung einer Naturerſcheinung, die noch von vielen bezweifelt wird, die aber in facto hier völlig beſtätigt iſt. Doch das ſoll in der Folge angeführt werden. Für jetzt harret man ſehnlich auf die Urtheile der Phyſiker und zugleich auf Nachricht, ob in dieſem ſonderbaren Winter nicht vielleicht auch in andern Häfen der Oſtſee ähnliche Erſcheinungen ſich ereignet haben.

(Eben daſ., No. 48.) Die Ketten, woran die Tonnen des Seegatts befeſtigt ſind und von denen einige viele Jahre lang in einer Tiefe von 15 bis 18 Schuhen bei Schappelts-Wrack verloren gelegen, kamen an jenem Tage auf die Oberfläche und ſchwammen. Sie waren aber mit Eis in einer ſtarken Mannsdicke rings um völlig kandirt. Eben ſo ſtiegen Steine, 3 bis 6 Pfund ſchwer, von ſelbſt auf die Oberfläche; aber auch ſie waren mit einer ſtarken Eiskruſte umgeben. Das Tau, welches in einer Tiefe von 30 Fuſs verloren lag und $3\frac{1}{2}$ Zoll dick iſt, war vom Eiſe rings umher 2 Fuſs dick befroren, als man es empor ſteigen ſah. An demſelben Tage, (den 9ten Februar,) muſste ein Schiff, das aus der See kam, gegen den Oſtwind eingeworfen werden. Der Anker, den man dazu brauchte, war, nachdem er eine Stunde im Waſſer gelegen hatte, dergeſtalt mit Eis befroren, daſs es nur der Hälfte der gewöhnlichen Kraft bedurfte, um ihn in die Höhe zu bringen.

Jetzt liegt es wohl klar am Tage, daſs Eis auf dem Grunde des Waſſers ſich erzeugt.

S t e e n k e,
königl. preuſs. Lootſen-Commandenr.

IX.

Zink, ein hämmerbares Metall. *)

Die Herren Charles Hobſon und Charles Sylveſter aus Sheffield haben die intereſſante und einfluſsreiche Entdeckung gemacht, daſs Zink

*) Nicholſon's *Journal*, Aug. 1805, p. 304.

ein Metall ist, das sich hämmern läst. Es war längst bekannt, dass Zink bis auf einen gewissen ziemlich weit reichenden Grad zu Blechen gewalzt und gestreckt werden könne; man glaubte aber nicht, dass er sich auch schmieden und zu Draht ziehen lasse. Sie haben indess gefunden, dass in einer Temperatur zwischen 210 und 300° F. der Zink so wohl dem Hammer folgt, als sich zu Draht ziehen, und zu Blechen schlagen läst, wenn er nur während dieser Operationen in jener Temperatur erhalten wird. Dazu kann ein Ofen, oder ein hohles Metallgefäss, das in der gehörigen Wärme erhalten wird, auf ähnliche Art, wie die Schmiedeesse für Eisen und Stahl dienen.

Es findet sich, dass der Zink, nachdem er gehämmert und geschweisst worden, *fortdauernd ein weiches, biegsames* und *dehnbares Metall bleibt*, und nicht zur vorigen halben Sprödigkeit zurück kehrt. Er läst sich biegen, und zu allem Gebrauche anwenden, wozu man bis jetzt den Zink für unfähig hielt, z. B. zur Fabrication von Gefässen, zum Beschlagen der Schiffe und zu vielem andern. Ich habe, sagt Nicholson, eine erhabene Figur gesehn, die mit einem einzigen Schlage in dünnem Zinke ausgetrieben war, und die mir so erhaben schien, als sie es nur immer in Kupfer hätte seyn können.

Die Erfinder haben über diese neue Art, den Zink zu bearbeiten, ein Patent erhalten.

X.

PREISERTHEILUNG.

Auf Veranlaſſung der Nationalverſammlung der bataviſchen Republik hatte die *niederländiſche Geſellſchaft der Nationalökonomie zu Haarlem* in ihrer Verſammlung am 6ten October 1797 einen Preis von 6000 holländiſchen Gulden auf eine genügende Beantwortung der Frage geſetzt: *Wie kann faules, verdorbenes und ſtinkendes Waſſer von aller Verderbniſs befreit und zu einem geſunden Getränke gemacht werden?* Es waren nicht weniger als 38 Beantwortungen dieſer Aufgabe eingelaufen. Einer derſelben war der Preis in der allgemeinen Verſammlung vom 11ten bis 13ten Junius 1805 zuerkannt worden, und dieſer Beſchluſs wurde in der Verſammlung der Directoren am 5ten Sept. beſtätigt.

Der Verfaſſer der gekrönten Abhandlung iſt der Lector der Medicin und Chemie zu Delft, Herr Doctor Abr. van Stiprian Luiscius. Von den ausgeſetzten 6000 Fl. wurden dem Verfaſſer nach erprobter Richtigkeit des angegebenen Verfahrens 2000 Fl. ſogleich angewieſen. Die übrigen 4000 Fl. aber werden ihm, den Bedingungen des ausgeſetzten Preiſes entſprechend, dann ertheilt werden, wenn man mit dem von ihm angegebenen Mittel mehrere Verſuche unter verſchiedenen Himmelsſtrichen, welche das Verfahren beſtätigen, wird gemacht haben.

XI.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen für das Jahr 1806.

1. Man verlangt einen Beweis für das Parallelogramm der Kräfte, oder richtiger, der Bewegungen, aus den ersten mechanischen Grundbegriffen von der Bewegung. Die neuern hierher gehörigen Bemühungen berühmter Männer scheinen dieses noch nicht genügend geleistet zu haben. Es ist im Allgemeinen darzuthun, dass sich statt der Seitenkräfte und Bewegungen die Diagonalkraft und Bewegung substituiren lasse, und umgekehrt statt der Diagonalen die Seitenkräfte und Bewegungen, und dass Bewegung und Kraft dieselben als vor der Substitution bleiben, in welchen Richtungen man sie auch nimmt.

2. Welche Kraft äussert positive und negative Electricität in Veränderung der Elasticität der Luft? und welchen Einfluss haben beide auf das Vermögen der Luft, das Wasser als Dampf oder als Gas in sich aufzunehmen und zu erhalten?

Der Preis für jede Aufgabe ist eine goldene Medaille von 100 dänischen Thalern. Die Schriften können in allen bekannten Sprachen abgefasst seyn, und werden vor Ablauf des Jahres 1806 an Herrn Justizrath und Professor Bugge, als Sekretär der Gesellschaft, postfrei eingeschickt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, VIERTES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN über Schall und Licht,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F R S,
späterhin Professor der Physik an der Roy. Instit. in London.

(Bearbeitet vom Direct. Vieth *in Dessau.)*

(Beschluss von S. 285.)

10. *Analogie zwischen Schall und Licht.*

Seit Newton's unvergleichliche Schriften bekannt sind, hat man seine Lehren von dem Ausfliessen der Lichttheilchen von den leuchtenden Körpern, und von dem formalen Daseyn farbiger Strahlen im weissen Lichte, bei uns allgemein angenommen und auswärtig wenig bestritten. Leonhard Euler hat allerdings in verschiedenen seiner Werke einige erhebliche Einwürfe gegen Newton vorgebracht, aber doch nicht erheblich genug, um das absprechende Tadeln zu rechtfertigen, in das er hierbei verfällt. Euler stellt dafür das Vibrations-

ſyſtem auf, das ſchon Huyghens und Andere annahmen, welches aber nicht minder ſeine ſchwachen Seiten hat, bei denen man es angreifen kann. Ohne mir eine Entſcheidung über dieſe Streitigkeit anzumaſsen, habe ich mir bloſs vorgenommen, einige Betrachtungen beizubringen, welche das Gewicht der gegen Huyghens Theorie gerichteten Einwürfe vermindern dürften. Auch giebt es eine oder ein Paar Schwierigkeiten in dem Newton'ſchen Syſteme, welche bisher nicht ſonderlich beachtet worden ſind. Die erſte iſt die gleichförmige Geſchwindigkeit, womit das Licht von allen leuchtenden Körpern ausſtrömen ſoll, ſie mögen mit Hitze leuchten oder auf andere Art. Wie geht es zu, daſs der ſchwächſte electriſche Strom, das Reiben zweier Kieſelſteine, das ſchwächſte Verbrennen, ſo wie die Weiſsglühehitze eines Reverberirofens oder die Glut der Sonne ſelbſt dieſe wunderbaren Körperchen mit gleicher Schnelligkeit forttreiben? Denn wären ſie verſchieden an Geſchwindigkeit, ſo müſste ſich auch eine Verſchiedenheit in der Brechung zeigen. — Aber eine noch unüberwindlichere Schwierigkeit ſcheint darin zu liegen, daſs von jeder brechenden Fläche ein Theil der Lichtſtrahlen nicht gebrochen, ſondern zurück geworfen wird. Es ſcheint nach dieſem Emanationsſyſteme durchaus unerklärbar, warum von einer und eben derſelben Art von Strahlen, unter ganz ähnlichen Umſtänden, einige immer zurück geworfen, andere durchgelaſſen werden.

Dafs eine feine Materie wirklich exiftire, die in manchen Eigenfchaften der, welche man *Aether* genannt hat, ähnlich ift, zeigt fich unläugbar bei den Phänomenen der Electricität, und die Einwürfe gegen das Dafeyn eines folchen im Univerfum verbreiteten Aethers find von Euler hinlänglich beantwortet worden. Die fchnelle Fortpflanzung der electrifchen Erfchütterung zeigt, dafs das electrifche Fluidum eine Elafticität befitze, wie fie zur Fortpflanzung des Lichts erforderlich feyn würde. Ob der electrifche Aether und der leuchtende Aether für einerlei zu halten find, ob ein folches Fluidum exiftire, mag vielleicht einft durch Verfuche auszumitteln feyn; bis jetzt bin ich nicht im Stande gewefen, zu bemerken, dafs die brechende Kraft einer Flüffigkeit durch Electricität Veränderung erleide.

Die Gleichförmigkeit der Bewegung des Lichts in einerlei Medium, welche in der *Newton'fchen* Theorie eine Schwierigkeit ift, begünftigt dagegen die Annahme der *Huyghens'fchen*, da bekanntlich alle Eindrücke durch ein elaftifches Fluidum mit gleich bleibender Gefchwindigkeit fortgepflanzt werden.

Es ift fchon gezeigt worden, dafs der Schall wahrfcheinlich ein fehr geringes Beftreben zur Divergenz habe; in einem fo äufserft elaftifchen Medium, als der leuchtende Aether feyn mufs, kann man vollends das Beftreben zur Divergenz als unendlich klein annehmen, und fo würde die grofse Einwendung gegen das Vibrationsfyftem aus dem

Wege zu räumen seyn. Es ist nicht gänzlich gewiss, dass die weisse Linie, die in Newton's und Jordan's Versuchen *) an der Schärfe eines Messers nach allen Richtungen hin erscheint, nicht zum Theil von dem Bestreben des Lichts, zu divergiren, verursacht wurde.

Euler's Hypothese vom Durchgange des Lichts durch durchsichtige Mittel, vermöge einer Bewegung der Theilchen dieser brechenden Mittel selbst, ist starken Einwürfen ausgesetzt. Nach dieser Voraussetzung müsste die Brechung der Lichtstrahlen aus dem reinen Aether, wie ihn Euler beschreibt, in die Atmosphäre, eine Million Mahl grösser seyn, als sie wirklich ist.

Zur Erklärung der Phänomene von *partialer* und *totaler Zurückwerfung*, *Brechung* und *Beugung*, muss man nothwendig annehmen, dass alle brechende Media durch ihre Anziehung einen grössern oder kleinern Theil des leuchtenden Aethers zurück halten, so dass seine Dichtigkeit grösser wird, als die, welche er im leeren Raume hatte, ohne dass seine Elasticität vergrössert wird. Man muss ferner zur Erklärung jener Phänomene annehmen, dass Licht nichts anderes sey, als eine Fortpflanzung eines von leuchtenden Körpern dem Aether mitgetheilten Stosses. Ob dieser Stoss herrühre von einer partialen Emanation des Aethers, oder von Vibrationen der Theilchen des Körpers, und

*) *Annalen*, XVIII, 1. *d. H.*

ob diese Vibrationen, wie Euler meint, von verschiedener und unregelmäſsiger Gröſse, oder ob sie gleichförmig und vergleichbar groſs (*comparatively large*) sind, bleibt folgenden Untersuchungen vorbehalten. Da nun die Richtung eines durch ein Fluidum fortgepflanzten Eindrucks (*impulse*) von der Richtung der gleichzeitig sich bewegenden Theilchen abhängt, auf welche sie immer senkrecht ist, (*to which it is allways perpendicular,*) so muſs alles, was die Richtung des Pulsus (*pulse*) ändert, den Lichtstrahl ablenken. *) Wenn ein kleinerer elastischer Körper gegen einen gröſsern stöſst, so wird bekanntlich der kleinere mit mehr oder weniger Gewalt zurück getrieben, je nachdem der Unterschied ihrer Gröſse mehr oder weniger beträgt; also findet immer eine Zurückwerfung Statt, wenn die Lichtstrahlen aus einer dünnern Schicht des Aethers auf eine dichtere treffen, und oft ein Echo, wenn der Schall gegen eine Wolke stöſst. Wenn ein gröſserer Körper auf einen kleinern trifft, so treibt er diesen fort, ohne seine ganze Bewegung zu verlieren; die Theilchen einer dichtern Schicht Aethers werden folglich den Theilchen einer dünnern nicht ihre ganze Bewegung mittheilen, sie werden aber in ihrem Bestreben, fortzugehen, von der Attraction der brechenden Substanz mit gleicher Kraft zurück gehalten, und so wird immer

*) Ich habe es für das Beste gehalten, Young's — Raisonnement *treu* zu übersetzen. *V.*

mittelbar eine *Zurückwerfung* hervor gebracht, wenn die Lichtſtrahlen aus der dichtern in die dünnere Schicht kommen. Es ſey *AB*, Taf. VII, Fig. 29, ein Lichtſtrahl, der auf die brechende Fläche *FG* fällt; die Richtung der Schwingung (*vibration*), oder des Pulſus oder Eindrucks (*pulſe, impreſſion*), oder der Verdichtung (*condenſation*) ſey *cd*. Wenn *d* nach *H* kömmt, ſo wird der Eindruck (*impreſſion*) von der brechenden Fläche *FG* entweder ganz oder zum Theil mit derſelben Geſchwindigkeit, womit er angelangt iſt, zurück geworfen, und es wird $EH = DH$, der Winkel $EIH = DIH$, oder $= CIF$, und der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich. Es ſey wiederum Fig. 30 *FG* eine brechende Fläche. Der Theil *IE* des Pulſus, der ſich durch das brechende Medium hindurch arbeitet, wird ſich mit gröſserer oder kleinerer Geſchwindigkeit bewegen, und zwar im Verhältniſſe der Quadratwurzeln der Dichtigkeit, und *HE* wird zu *KI* in dieſem Verhältniſſe ſtehen. Für den Halbmeſſer *HI* aber iſt *HE* der Sinus des Brechungswinkels, und *KI* der Sinus des Einfallswinkels. — Dieſe Erklärung der *Brechung* iſt ungefähr dieſelbe, wie die *Euler'ſche*. Die *gänzliche Zurückwerfung* eines Lichtſtrahls von einer brechenden Fläche läſst ſich auf eben die Art wie ſeine bloſse Brechung erklären, indem *HE*, Fig. 31, ſo viel länger als *KI* iſt, daſs der Strahl erſt parallel mit *FG* wird, und dann, da er durch eine gleiche Verſchiedenheit von

Medien zurück kehren mufs, unter gleichem Winkel zurück geworfen wird. *)

*) Ich mufs mich bei diefer Stelle wieder durch Beifügung des Originals rechtfertigen: „*The total reflection of a ray of light by a refracting furface, is explicable in the fame manner as its fimple refraction; HE, Fig.* 31, *beeing fo much longer than KI, that the ray firft becomes parallel to FG, and then, having to return through an equal diverfity of media, is reflected in an equal angle.*" — Ziemlich unverftändlich! zumahl, da in der 31ften Fig. *gar keine Buchftaben* ftehen, worauf der Verf. doch verweifet. Folgendes mag zur Erläuterung dienen.

Wenn ein Lichtftrahl aus Glas in Luft übergehen foll, fo mufs er bekanntlich mit dem Einfallslothe keinen gröfsern Winkel als 41° 48′ . . . machen. Bei einem gröfsern Einfallswinkel würde der Sinus des Brechungswinkels, der = $\frac{3}{2}$ fin. des Einfallswinkels ift, gröfser als der fin. tot. Es findet bei einem Einfallswinkel über 41° 48′ alfo keine Brechung aus Glas in Luft mehr Statt, fondern es erfolgt *gänzliche Zurückwerfung* innerhalb des Glafes. Dafs ftatt *Glas*, *Luft*, $\frac{3}{2}$; allgemein *dichteres Medium*, *dünneres Medium*, *Brechungsverhältnifs* gefetzt werden könne, bedarf keiner Erwähnung. Wer den Weg eines Strahls nun nach Maafsgabe des bekannten Gefetzes der Brechung, vermittelft des Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels zeichnen will, der findet bei dem Einfallswinkel von 41° 48′ + freilich die *trigonometrifche Unmöglichkeit*, ihn aus dem Glafe in die Luft übergehen zu laffen, fieht aber hieraus noch nicht die Nothwendigkeit der Zurückwerfung ein, die hier an die

Wenn der Lichtstrahl nahe bei einem beugenden Körper vorbei geht, der, wie man dies bei allen Körpern voraus setzen kann, mit einem dichtern Aether als der dem anliegenden Luft umgeben ist,

Stelle der Brechung tritt. Dies will nun Young in der obigen Stelle *mechanisch erweisen*, und das ist allerdings befriedigender, als die Erscheinung selbst blofs *empirisch aufweisen*. Seinen Beweis mehr aus einander zu setzen, mag Fig. 31 * dienen. Young denkt sich den Lichtstrahl als eine Reihe von „*vibrations*, *pulses*, *impressions*, *condensations*,“ (um seine eignen Worte zu nehmen,) und druckt dies in der Zeichnung, (z. B. Fig. 30,) durch Linien aus, die auf der Richtung des Strahls *AB* senkrecht sind, wie hier *CD*. Wenn nun ein solcher Pulsus mit dem Theile *ID* aus Glas in Luft, (allgemein aus dem dünnern Medio in das dichtere,) übergeht, so findet er hier weniger Widerstand in seiner Bewegung, und ändert seine Lage, und zwar in entgegen gesetzter Richtung, als in Fig. 30 für Refraction dargestellt ist; nämlich der Pulsus *CD* kömmt in die Lage *BE*, weil sein unterer Theil im dünnern Medio weniger gehindert wird. So wird Young's Ausdruck verständlich, dafs *HE* grösser als *IK* werde. Bei *L* wird wieder eine ähnliche Aenderung erfolgen, bei *M* wird der Strahl der Fläche *FG* parallel seyn, und bei *N* und *O* wird er sich wieder aufwärts lenken, und endlich nach der Richtung *OP* fortgehen, die eben den Winkel mit dem Einfallslothe *QR* macht, wie *AB*. Bei kleinern Winkeln des einfallenden Strahls gegen das Einfallsloth geht er zwar in die Luft über, entfernt sich aber von dem Einfallslothe. *Vieth.*

so wird der Theil des Strahls zunächst bei den Körpern aufgehalten, und folglich der ganze Strahl gegen den Körper hin *gebeugt*, Fig. 32. Die Zurückstoſsung bei gebeugten Lichtstrahlen ist sehr geschickt von Jordan, dem sinnreichen Verfasser einer neuerlich erschienenen Abhandlung über Beugung des Lichts, *) bestritten worden.

Euler hat schon gemuthmaſst, daſs die *Lichtfarben* in verschiedener Schnelligkeit der Schwingungen des Lichtäthers bestünden. Mir scheint nicht, daſs er seine Meinung mit Gründen unterstützt habe; aber sie wird gar sehr bestätigt, durch die Analogie zwischen den *Farben einer dünnen Platte* und den *Tönen einer Reihe Orgelpfeifen*. Das Phänomen der Farben einer dünnen Platte erfordert nach dem Newton'schen System eine sehr gekünstelte Voraussetzung von einem Aether, der in seiner Bewegung der Geschwindigkeit der Lichtstrahlen zuvor eilt, und so die Uebergänge von Hindurchgehen und Zurückwerfung (*the fits of transmission and reflection*) hervor bringt, und selbst diese Voraussetzung will immer noch nicht recht die Erklärung unterstützen. Aus der genauen Analyse der Phänomene, welche Newton gegeben hat, und welche durch keine spätere Beobachtung widerlegt ist, erhellet, daſs dieselbe Farbe wiederkehrt, wenn die Dicke den Gliedern einer arithmetischen

*) Die ich in den *Annalen*, XVIII, 1, mitgetheilt habe. *d. H.*

Reihe entſpricht. Dies iſt nun ganz ſo, wie bei Hervorbringung des nämlichen Tons, vermittelſt gleichförmigen Anblaſens, bei Orgelpfeifen, welche verſchiedene Vielfache derſelben Länge ſind. *)

Nehmen wir weiſses Licht als einen fortgeſetzten Impuls oder Strom (*impulſe or ſtream*) von Lichtäther an, ſo können wir uns vorſtellen, daſs er ſo auf die Platten wirke, wie ein Luftſtrom (*blaſt of air*) auf die Orgelpfeifen, und Schwingungen hervor bringe, deren Geſchwindigkeit ſich nach der Länge der Linien richtet, die von den beiden brechenden Flächen begränzt werden. Man könnte einwerfen, daſs, um die Analogie vollkommen zu machen, auch Röhren da ſeyn müſsten, die beim Lichte das wären, was beim Tone die Orgelpfeifen ſind; aber die Röhre einer Orgelpfeife iſt nur deſshalb nothwendig, um die Divergenz der eingedrückten Bewegung (*impreſſion*) zu verhindern; beim Lichte aber findet ſich wenig oder gar kein Beſtreben zur Divergenz. Auch wird in einem tönenden Gange die Luft nicht verhindert, zu tönen, ob ſie gleich Freiheit hat, ſich ſeitwärts zu bewegen. Ein Theil der Bahn eines Lichtſtrahls durch eine gleichförmige Aetherſchicht ſcheint eine Normallänge für Farbenſchwingungen abgeben zu können. **) Bei Beugungen mag die Länge der

*) — *which are different multiples of the ſame length.*

**) *It would ſeem, that the determination of a portion,*

Bahn eines Lichtſtrahls durch die beugende Atmoſphäre ſeine Schwingungen beſtimmen. Aber, da wahrſcheinlich Zurückwerfung von jedem Theile der Oberfläche der umgebenden Atmoſphäre Statt findet, die in den erwähnten Verſuchen zum Erſcheinen der weiſsen Linie in jeder Richtung beiträgt, ſo iſt es wohl möglich, daſs in dieſem Falle eine zweite Zurückwerfung von der Oberfläche des Körpers ſelbſt geſchehe, und daſs durch wechſelſeitige Zurückwerfung zwiſchen dieſen beiden Oberflächen eine Art von ſchlangenförmiger Bewegung, wie Newton vermuthete, wirklich Statt finde; und dann würde die Analogie mit den Farben dünner Scheiben noch vollkommener ſeyn.

Eine Miſchung von Schwingungen von allen möglichen Geſchwindigkeiten kann leicht die beſondere Natur einer jeden einzelnen zerſtören, die allgemeine Wirkung derſelben giebt das weiſse Licht.

Die gröſste Schwierigkeit in dieſem Syſteme iſt die verſchiedene Brechbarkeit der Farbenſtrahlen, und die Spaltung des weiſsen Lichts bei der Brechung. Wenn man aber bedenkt, wie unvollkommen immer noch die Theorie der elaſtiſchen Flüſſigkeiten iſt, ſo wird man wohl nicht erwarten, jeden

of the track of a ray of light through any homogeneous ſtratum of ether is ſufficient to etabliſh a length, as a baſis for coloritic vibrations.

Umſtand ſogleich ganz aufs Reine gebracht zu ſehen. *)

In der Folge kann noch darauf Rückſicht genommen werden, in wie fern die vortrefflichen Verſuche des Grafen v. Rumford, welche gröſsten Theils darauf abzwecken, die Evidenz der neuern Theorie der Wärme zu ſchwächen, dem einen oder dem andern Syſteme über Licht und Farben günſtig ſind.

So viel ich weiſs, hat man noch keine vergleichende Verſuche über Beugung des Lichts an Materien von verſchiedenem Brechungsvermögen. Es lieſsen ſich, wenn ich nicht irre, einige ſehr intereſſante Reſultate von dieſer Unterſuchung erwarten.

11. *Zuſammenſchmelzen der Töne.*

Man muſs ſich wundern, daſs ein ſo guter Mathematiker, wie Dr. Smith, einen Augenblick die Vorſtellung bei ſich erhalten konnte, daſs die Schwingungen verſchiedener Töne ſich nach allen Richtungen durchkreuzen könnten, ohne die einzelnen Lufttheilchen durch ihre vereinte Kraft zu affi-

*) Herr Young hat dieſen Faden wiederhohlt in den folgenden Jahren wieder aufgenommen, und in mehrern Abhandlungen die Ideen, welche hier nur leicht angedeutet ſind, umſtändlicher entwickelt und weiter ausgeführt. Einiges aus dieſen Aufſätzen und über ſie hoffe ich den Leſern künftig mitzutheilen. *d. H.*

ciren. Durchkreuzen müſſen ſie ſich ohne Zweifel, ohne ſich in ihrem Fortgange zu ſtören; aber dies kann nicht anders geſchehen, als ſo, daſs jedes Theilchen an beiden Bewegungen Theil nimmt. Wenn es für dieſe Behauptung eines Beweiſes bedürfte, ſo würde ſich dieſer zur Genüge aus den Phänomenen der *Schläge (beats)* und der von Romieu und Tartini beobachteten *Combinationstöne* ergeben, welche La Grange bereits aus demſelben Geſichtspunkte betrachtet hat. *)

Um den einfachſten Fall zuerſt zu betrachten, wollen wir annehmen, was vermuthlich niemahls genau ſo ſich ereignet, daſs die Lufttheilchen, indem ſie die Schwingungen fortpflanzen, mit gleichförmiger Bewegung vorwärts und rückwärts gehen. Um ihre Bewegung dem Auge anſchaulich zu machen, wollen wir den gleichförmigen Fortgang der Zeit durch das Wachſen der Abſciſſen, und die Entfernung des Lufttheilchens von ſeiner urſprünglichen Lage durch die Ordinaten darſtellen, (Taf. VII, Fig. 33 — 38.) Wenn nun zwei oder mehrere Vibrationen nach einerlei Richtung zuſammen treffen, ſo wird die vereinigte Bewegung durch die Summe oder Differenz der Ordinaten dargeſtellt. Bei zwei

*) Die Leſer werden ſich jetzt an die im 21ſten Bande dieſer *Annalen*, S. 265 f., mitgetheilten Streitſchriften über Combinationstöne erinnern, in welchen von dieſem gegenwärtigen Auſſatze, als einem vorher gehenden, mehrmahls die Rede war.

d. H.

Tönen von gleicher Stärke und ungefähr von gleicher Höhe, (wie Figur 36,) ist die combinirte Schwingung abwechselnd sehr schwach und sehr stark, und bringt die Wirkung hervor, die wir Schläge *(beats)* oder *Pulsus* nennen, (Taf. VIII, Fig. 43 *B* und *C*,) *) die um desto langsamer und markirter sind, je näher die Töne sich an Geschwindigkeit der Schwingungen gleich kommen. Von dergleichen Pulsirungen kann es mehrere Ordnungen geben, wie es das periodische Zusammentreffen der Zahlen, die ihre Schwingungsverhältnisse ausdrucken, mit sich bringt.

Nur in der Mitte einer Pulsirung, nicht aber in ihrer ganzen Dauer ist die Stärke des combinirten Tons doppelt so groſs, als die des einfachen; und so könnte man sagen, die Stärke eines Tons in einem Concerte sey nicht genau in dem Verhältnisse wie die Anzahl der Instrumente, die ihn hervor bringen. Lieſse sich eine Methode ersinnen, dies durch Versuche zu bestimmen, so wäre das bei Vergleichung von Schall und Licht zu gebrauchen.

Es seyen P und Q, Fig. 33, Taf. VII, die mittlern Punkte der vor- oder rückwärts gehenden Bewegung eines Theilchens in zwei auf einander folgenden combinirten Schwingungen. Da nun $CP = PD$; $KR = RN$; $GQ = QH$; $MS = SO$: so ist die doppelte Entfernung $2RS = 2RN +$

*) Vergl. das Ende dieses Abschnittes. *d. H.*

$2NM + 2MS = KN + NM + MO = KM + NO$, das heiſst, gleich der Summe der Entfernungen, um welche die correſpondirenden Punkte der einfachen Vibrationen von einander abſtehen. *) Wenn zum Beiſpiel die beiden Töne ſich verhalten wie 80:81, ſo wird die combinirte Schwingung zu ihnen im Verhältniſſe von 80,5 ſtehen, und das arithmetiſche Mittel zwiſchen den Perioden der einfachen Vibrationen halten.

*) Die Leſer wiſſen aus den in den *Annalen*, XXI, 265, mitgetheilten Aufſätzen, daſs Young durch die Betrachtung dieſer Combination zweier Schwingungen zu einer einzigen auf die *Wellenſtäbchen (harmonic ſliders)* geführt wurde. In gegenwärtigem Aufſatze ſtellt er Fig. 33 — 38 die Schwingungen als Zickzack, (nicht als Wellenlinie,) dar. Es wäre, glaube ich, deutlicher geweſen, in der Fig. 33 die urſprünglichen Schwingungen von den combinirten abgeſondert zu zeichnen. Für die Zeichnung iſt es freilich bequemer, die combinirten gleich auf die zweiten einfachen zu zeichnen. Ich werde den Herrn Herausgeber erſuchen, die combinirte Linie *ABCDEFGH* etwas ſtärker ſtechen zu laſſen, damit ſie ſich beſſer vor den urſprünglichen auszeichne. Da ich bei Erklärung der Wellenſtäbchen ſchon ziemlich ausführlich die Art der Entſtehung und Zeichnung der Combinationslinie gezeigt habe, ſo glaube ich hier zur Figur 33 keine Erläuterung hinzu fügen zu dürfen, indem die Sache weſentlich dieſelbe iſt, und eine aufmerkſame Anſicht der Figur die weitern Anweiſungen überflüſſig macht. *V.*

Je grösser der Unterschied der Höhe zweier Töne ist, desto schneller sind die Schläge, bis sie zuletzt, so wie die oben erwähnten Repercussionen, die Vorstellung eines fortdauernden Tons erwecken: und dies ist der von Tartini beschriebene harmonische Fundamentalton. So sind in Figur 34 — 37 die Schläge der aus den Intervallen 1 : 2; 4 : 5; 9 : 10; 5 : 8 zusammen gesetzten Schwingungen gezeichnet, welche, (wenn anders die Töne nicht zu tief genommen werden,) einen deutlich hörbaren Ton hervor bringen, wie es dem periodischen, gänzlichen oder ungefähren Zusammentreffen der Schwingungen gemäss ist, wie auch Fig. 38 zeigt. *)

Aber ausser diesem Hauptcombinationston lässt sich bisweilen noch ein zweiter Ton hören, wenn die zwischen liegenden zusammen gesetzten Vibrationen, obgleich unterbrochen, in einem gewissen Zwischenraume wiederkehren. Zum Beispiele in der Coalescenz zweier Töne, die sich wie 7 : 8, oder

*) . . . . *where the beats, if the sounds be not taken too grave, constitute a distinct sound, which corresponds with the time elapsing between two successive coincidences, or near approaches to coincidence; for that such a tempered intervall still produces a harmonic, appears from Fig.* 38." Warum diese letztere Figur *besonders* von Young als Bestätigung seiner Combinationstöne aufgeführt wird, davon sehe ich den Grund nicht ein. *V.*

oder 5 : 7, oder 4 : 5 verhalten, findet ſich ein Wiederkehren eines ähnlichen Zuſtandes der vereinten Bewegung ungefähr in Zwiſchenräumen von $\frac{5}{15}$, $\frac{4}{12}$ oder $\frac{3}{9}$ der ganzen Periode; weſshalb in der groſsen Terz, die Quart unter dem Grundtone eben ſo deutlich gehört wird, als die Doppeloctav, wie man ſchon einiger Maſsen aus Fig. 35 ſieht, wo *AB* beinahe $\frac{2}{3}$ von *CD* iſt. *) Eben dieſer Ton entſteht auch bisweilen, wenn man die kleine Sexte unter dem Grundtone nimmt, vermuthlich weil dieſe Sexte, wie jeder andere Ton, faſt immer mit einer Octav als einem harmoniſchen Tone begleitet iſt.

*) *But beſides this primary harmonic a ſecondary note is ſometimes heard; „where the intermediate compound vibrations occur at a certain interval, though interruptedly; for inſtance in the coaleſcence of two ſounds related to each other as* 7 : 8; 5 : 7; *or* 4 : 5, *there is a recurrence of a ſimilar ſtate of the joint motion nearly at the intervall of* $\frac{5}{15}$, $\frac{4}{12}$ *or* $\frac{3}{9}$ *of the whole period; hence in the concord of a major third, the fourth below the key note is heard as diſtinctly* (?) *as the double octave, as is ſeen in ſome degree in Fig.* 35.

Ich geſtehe, daſs ich aus dieſer Stelle und aus der angeführten Figur nicht recht einſehe, was Young eigentlich ſagen will. Auch kann ich aus meinen Verſuchen nicht beſtätigen, daſs man mehr als Einen Combinationston höre. Warum Young $\frac{5}{15}$; $\frac{4}{12}$; $\frac{3}{9}$ ſagt, und nicht lieber $\frac{1}{3}$, davon weiſs ich keinen Grund anzugeben. *V.*

Wenn man die Winkel aller der Figuren, die aus diesen Bewegungen entstehen, abrundet, so werden sie der Darstellung der wirklichen Umstände näher kommen; aber da die Gesetze, wornach sich die Bewegung der Lufttheilchen richtet, nach dem verschiedenen Ursprunge und nach der Natur des Tons verschieden sind, so ist es unmöglich, einen Beweis allen anzupassen. Wenn übrigens angenommen wird, dass die Theilchen dem Gesetze der harmonischen Curve folgen, die von gleichförmiger Kreisbewegung abgeleitet wird, so wird die zusammen gesetzte Schwingung nicht das arithmetische, sondern das harmonische Mittel seyn; und der zweite Combinationston aus den unterbrochenen Vibrationen wird sich genauer bilden und stärker markirt seyn. Taf. VIII, Fig. 41. 42. Der Beweis läſst sich aus den Eigenschaften des Kreises herleiten.

Es ist merkwürdig, dass das Gesetz, wornach sich bei combinirten Schwingungen die Bewegung der Theilchen richtet, einiger besondern Abänderungen fähig ist. Wenn man zu einem gegebenen Tone andere ähnliche Töne hinzu fügt, die sich zu jenem in Ansehung der Geschwindigkeit der Schwingungen wie die Reihe der ungeraden Zahlen, in Ansehung ihrer Stärke aber umgekehrt wie diese Zahlen verhalten, so lassen sich die geraden Linien, welche eine gleichförmige Bewegung bezeichnen, sehr nahe in Sinusfiguren, und die Sinusfiguren in gerade Linien verwandeln, Fig. 39, 40. †)

†) Ich muſs hier meine vorige Bemerkung wiederhohlen, daſs Young nicht recht verſtändlich iſt. *Figures of ſines* könnte man auch durch Sinus*zahlen* überſetzen, aber ich ſähe nichts an Deutlichkeit gewonnen. Ich habe übrigens die Pflicht eines treuen Ueberſetzers erfüllt, und es wird mir lieb ſeyn, wenn unter den Leſern ſich ein *Oedipus* findet, der obiges beſſer erklärt. *V.*

[Vielleicht, daſs folgende Erklärung der Figuren, die zu dieſem Abſchnitte gehören, (auſser der erſten, Tafel VII, Figur 33, von der S. 351 umſtändlich geredet worden,) mit Herrn Young's eignen Worten, einiges Licht über manche dunkle Stellen dieſes Abſchnitts verbreitet: „*Figur* 34, *Taf.* VII, ſtellt die Combination zweier „gleichen Töne, welche das Intervall einer Octa„ve ausmachen, vor, wobei angenommen wird, „daſs die Lufttheilchen auf gleiche Art vor- und „zurück ſchwingen. — *Fig.* 35, 36, 37, ſind ähn„liche Vorſtellungen einer groſsen Terz, eines „groſsen ganzen Tons *(major tone)* und einer „kleinen Sexte. — *Fig.* 38 ſtellt eine groſse Quart „vor, welche um ungefähr zwei Comma temperirt „iſt; und *Fig.* 39, *Tafel* VIII, eine Schwingung „von ähnlicher Natur, combinirt mit ſubordinirten „Schwingungen derſelben Art, in den Verhältniſ„ſen von 3, 5 und 7."

„Taf. VIII, Fig. 40, iſt die Darſtellung einer „Schwingung durch eine Curve, deren Ordinaten „die Sinus von gleichförmig wachſenden Kreis„bogen ſind, welche mit der Bewegung eines Cy„clodial - Pendels correſpondiren, combinirt mit „ähnlichen ſubordinirten Schwingungen in den Ver„hältniſſen von 3, 5 und 7. — In Fig. 41, 42 ſieht „man zwei verſchiedene Lagen *(poſitions)* einer

„grofsen Terz, welche aus ähnlichen Schwingun-
„gen zusammen gesetzt ist, dargestellt durch Si-
„nusfiguren, *(as represented by figures of sines.)*

„Fig. 43, (s. S. 350,) ist eine abgekürzte Dar-
„stellung einer Reihe von Schwingungen: *A* ein
„simpler einförmiger Ton; *B* das Schlagen oder
„Pulsiren *(beating)* zweier gleicher Töne, die nahe
„im Unisono sind, abgeleitet von geradlinigen Fi-
„guren; und *C* von Sinusfiguren; *D* eine musika-
„lische Consonanz, welche durch ihre häufigen
„Schläge einen Fundamental - harmonischen - Ton
„hervor bringt, *(making by its frequent beats a fun-
„damental harmonic.)* *E* stellt die unvollkommenen
„Schläge zweier ungleicher Töne vor."

Dafs Herr Young selbst sich bewufst ist, vieles in dieser Abhandlung, (welche manche noch zu verarbeitende Collectaneen zu enthalten scheint,) im Dunkel gelassen zu haben, beweist seine spätere Erklärung, welche ich am Ende derselben hinzu gefügt habe. Die *figures of sines*, und einiges andere, was mit der Cykloide und der harmonischen Curve in Verbindung steht, dürften vielleicht mehr Licht erhalten aus seinem *Essay on cycloidal curves* in dem *British magazine for April* 1800, auf welchen er in einem andern Auffatze verweist. *d. H.*]

12. *Zahl der Schwingungen für einen gegebenen Ton.*

Die Zahl der Schwingungen, welche ein gegebener Ton in einer Secunde macht, ist verschiedentlich bestimmt worden. Zuerst von Sauveur durch einen sinnreichen Schlufs, aus den Pulsus

zweier Töne; und nachher von demselben Beobachter, so wie von verschiedenen andern, durch Rechnung aus dem Gewichte und der Spannung einer Saite. Es schien der Mühe werth, zur Bestätigung einen von Mersenne angegebenen, aber ziemlich roh ausgeführten Versuch, mit einer Saite von 200 Zoll Länge, anzustellen, die so locker gespannt wurde, daſs ihre einzelnen Schwingungen sichtbar, und durch einen nahe daran gehaltenen Federkiel auch hörbar waren. So fand sich, daſs sie 8,3 Schwingungen in 1 Secunde machte. Auf ein Achtel oder einen noch kürzern aliquoten Theil ihrer Länge gestemmt, *) fand sich der Grundton um ein Sechstheil eines Tons höher, als die respective Octav einer Stimmgabel, die *C* angab. Die Gabel war demnach ein und ein halbes Comma über das von Sauveur angenommene imaginäre *C*, welches eine Vibration in einer Secunde machen sollte. †)

*) Daſs ich hier *Steg untersetzen*, oder dergleichen, kurz durch *Stemmen* der Saite ausdrucke, wird man mir wohl hingehen lassen. *V.*

†) Da man nicht voraus setzen kann, daſs jedem Leser alle Kleinigkeiten der calculatorischen Musik sogleich gegenwärtig seyn sollten, so wird hier eine Erläuterung nicht überflüssig seyn. Sauveur schlug einen fixen Ton vor, um die Stimmung der Instrumente darnach fest zu setzen. Er nahm dazu den, welcher 100 Schwingungen nach seinem und Newton's Sprachgebrauch, das heiſst, 100 Doppelschwingungen, oder 200 einfache, in 1 Secunde macht, (welches nach jetziger hoher Stimmung

etwa grofs Gis feyn würde.) Young fpricht hier von einem von Sauveur angenommenen *imaginären C*, welches *eine* Schwingung in 1 Secunde macht. Da ich die *histoire de l'academie de Paris vom Jahre* 1700, worin Sauveur jene Idee eines fixen Tons vortragt, nicht zur Hand habe, fo kann ich nicht fagen, ob von diefem imaginären C darin ebenfalls die Rede ift. Wenn denn nun ein folches Riefen-*C* eine Schwingung in 1 Secunde macht, fo macht deffen Octav deren 2, die Doppeloctav 4, u. f. w., fo dafs alle *C* durch Potenzen der 2 ausgedruckt werden, welches auch in der That ganz bequem ift, und mit gewöhnlicher Stimmung unfrer wirklichen *C* gut überein trifft.

In der Reihe	1;	2;	4;	8;	16;	32;	64;	128. . .
wo die Expon.	0	1	2	3	4	5	6	7 . . . .

ift die 5te Potenz der 2, nämlich 32, der tieffte Ton, den man gebrauchen kann; es ift das tieffte *C* der Orgel, welcher einer 32*füfsigen offenen* Pfeife zugehört. Der Schwingungszahl 64 entfpricht unfer Contra-*C*, oder 16füfsiges; der Schwingungszahl 128 unfer grofses *C*; u. f. w.

Nun fagt Young in der Erzählung feiner Verfuche, (wenigftens verftehe ich ihn fo, dafs er von felbft gemachten Verfuchen fpricht,) die 200 Zoll lange Saite habe 8,3 Schwingungen in 1 Secunde gemacht, oder, da er den Newton'fchen Sprachgebrauch nach Doppelfchwingungen meint, 16,6 einfache, und ein Achtel der Länge habe einen Ton gegeben, der um einen Sechstelton höher als der einer *C*-Gabel war, und diefe Stimmgabel fey daher ein und ein halbes Comma höher als Sauveur's *C*. Wir wollen dies nachrechnen. Wenn die ganze Saite in dem Verfuche 16,6 einfache Schwingungen machte, fo machte die halbe Saite

33,2, die Viertelſaite 66,4, die Achtelſaite 132,8. Sauveur's groſses *C* aber macht 128. Wenn nun der Ton der Achtelſaite = 132,8, nach Young um $\frac{1}{6}$ eines ganzen Tons höher, als die Stimmgabel war, ſo findet ſich die Schwingungszahl der letztern ſo:

Das Intervall eines ganzen Tons iſt = 8 : 9,
alſo eines Sechsteltons = 8 : $8\frac{1}{6}$,
mithin $8\frac{1}{6}$: 8 = 132,8 : Schwingungszahl der

Stimmgabel; letztere alſo $= \frac{8 \cdot 132{,}8}{8\frac{1}{6}} = 130{,}08\ldots$ (Aus der Zahl, die Young in ſeiner 28ſten Figur bei viergeſtrichen *C* ſetzt, nämlich 2076, das iſt, 4152 einfache Schwingungen, würde für groſs *C* folgen $\frac{4152}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} = 129\frac{3}{4}$ einfache Schwingungen.)

Wir hätten demnach folgende Schwingungszahlen:

der Achtelſaite	132,00
der Stimmgabel	130,08
des Sauveur'ſchen *C*	128,00.

Der Unterſchied der erſten und zweiten = $\frac{1}{6}$ Ton, der Unterſchied der zweiten und dritten ſoll ſeyn = $1\frac{1}{2}$ Comma. Das Wort: Comma, bezeichnet in der Muſik drei bis vier verſchiedene kleine Intervalle. Gemeinhin verſteht man unter Comma $\frac{1}{9}$ eines ganzen Tons; da wären denn die beiden von Young angegebenen Unterſchiede eigentlich einerlei, nämlich $\frac{1}{6}$ eines ganzen Tons = $1\frac{1}{2}$ Comma. Wenn man es genauer nimmt, ſo unterſcheidet man das pythagoriſche *(ditoniſche)*, das *ſyntoniſche* Comma, und das *Diaſchiſma*, deren Gröſsen ſich wie 12; 11; 10 verhalten. Das letztere kleinſte = 2025 : 2048 oder 1 : 1,0113 paſst

am besten mit obigen Schwingungszahlen. Nämlich $1\frac{1}{2}$ Comma = 0,0113 + 0,0056 . . . = 0,0169. Also das Intervall von $1\frac{1}{2}$ Comma = 1 : 1,0169. Und wenn wir das Intervall des Sauver'schen *C* und der Stimmgabel so ausdrucken, daſs Sauveur's *C* = 1 ist, so finden wir

$$128 : 130{,}08 = 1 : 1{,}016,$$

welches also mit anderthalb kleinen Comma überein trifft.

So viel — (und vielleicht *zu* viel) — zur Erläuterung der obigen Stelle.

Was die Methode betrifft, die absoluten Schwingungszahlen der Töne durch Uebergang von den sichtbaren und zählbaren zu den bloſs hörbaren zu bestimmen, so scheint Chladni zu irren, wenn er in seiner vortrefflichen *Akustik*, (S. 35, §. 29, Anm.,) sagt, dieses Mittel sey noch nicht angegeben und angewendet worden. Daſs Mersenne und andere, so auch Young, diese Versuche anstellten, sieht man aus Obigem. Ich erinnere mich, als ich in Leipzig war vor zwanzig Jahren, denselben Versuch mit dem sel. Prof. Funk gemacht zu haben. Chladni findet wegen der drehenden Bewegungen und wegen der Schwingungen der aliquoten Theile, die sich unter die Hauptschwingungen mischen, eine Saite nicht recht brauchbar. Er nimmt statt ihrer Metallstäbe, 2 Ellen lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und 1 Linie dick, welche mit dem einen Ende in einen Schraubestock geklemmt werden, so daſs sie mit dem andern Ende frei schwingen können. Diesen von ihm so genannten *Tonometer* beschrieb er zuerst in diesen *Annalen*, B. V, S. 1 f. *V.*

13. *Schwingungen der Saiten.* *)

Durch ein sonderbares Versehen, welches Dr. Taylor bei seinem Beweise begangen hat, wird

*) Die theoretischen Bemerkungen, womit Herr Young diesen Abschnitt anfängt, setzen voraus, dass man mit den mathematischen Untersuchungen über die Bewegung schwingender Saiten bekannt sey. Eine lichtvolle Erzählung von den Bemühungen der tiefsinnigsten Mathematiker in dieser schwierigen und streitigen Materie findet man in der *historisch-kritischen Abhandlung über die verschiedenen Auflösungen des Problems von den schwingenden Saiten, von* Jakob Bernoulli, in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, Th. 3, S. 266. Folgende Stelle aus ihr wird das Nächstfolgende verständlicher machen: „Der erste," schreibt Herr de la Grange, (in seinen *Recherches sur la nature et la propagation du son*, in den *Miscell. Taurinens.*, t. 1, p. 8,) „welcher versucht hat, die Bewegung der „schwingenden Saiten dem Calcul zu unterwerfen, „war der berühmte Taylor, in seinem vortreff„lichen Werke: *de Methodo Incrementorum.* Er „setzt voraus, die Saite nehme alle Mahl solche Ge„stalten an, dass ihre Punkte zu gleicher Zeit zur „geradlinigen Lage gelangen, und dass die be„schleunigende Kraft jedes Punkts der Saite, da„mit dieses geschehe, der Entfernung des Punktes „von der Achse proportional seyn müsse. Stünden „die beschleunigenden Kräfte der Punkte nicht in „diesem Verhältnisse, so würde, wie er glaubt be„weisen zu können, die Saite doch bald eine Figur, „bei der die Kräfte das gedachte Verhältniss haben,

von ihm und den spätern Schriftstellern, die ihm nachgeschrieben haben, der Satz aufgestellt, daſs, wenn eine Saite einmahl in eine andere Form als die der harmonischen Curve gebeugt ist, sie in sehr kurzer Zeit völlig oder beinahe die Form eben dieser Curve annehmen werde, weil die Theile, die ausser dieser Figur sind, durch einen Ueberschuſs von Kraft, und die, welche innerhalb derselben liegen, durch einen Abgang von Kraft gegen sie hingetrieben würden. Wenn man dieses Raisonnement wollte gelten lassen, so könnte man leicht daraus beweisen, daſs die Form der Curve keine andere, als die

„annehmen müssen. Hiernächst zeigt er, daſs diesem Verhältnisse zu Folge die Figur der Saite „eine Art länglicher oder gestreckter Cykloide „seyn müsse, die er die Gefährtin der Cykloide „nennt. — — Indeſs, obschon Taylor's angeblicher Beweis, daſs die beschleunigenden Kräfte „mit den Entfernungen von der Achse proportional „seyn, nicht ganz grundlos ist, und vielleicht in „der Folge hätte dienen können, Daniel Bernoulli's Meinung zu unterstützen, daſs alle „Krümmungen der schwingenden Saiten auf eine „Zusammenfügung (*assemblage*) von Trochoiden „hinaus laufen; so ist doch dieser Beweis allzu unbestimmt (*vague*), um den Verstand zu befriedigen. Daher haben die berühmten Geometer, die „in der Folge dieses Problem behandelten, sich „keineswegs dabei aufgehalten, diesen Beweis zu „würdigen oder zu bestreiten, sondern jeder hat „sich begnügt, sich seinen eigenen Weg zu bahnen, „und ihn zu verfolgen.“ *d. H.*

der Achse seyn könne, weil die spannende Kraft die Saite immer gegen diese Linie hintreibt. Der Fall hat viel Aehnlichkeit mit dem im Newton'schen Satze von dem Schalle. Es läſst sich beweisen, daſs jeder Impuls durch eine gespannte Saite mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgepflanzt wird, (*that every impulse is communicated along a tended chord with an uniform velocity,*) und diese Geschwindigkeit ist eben die, welche aus Taylor's Theorem herflieſst; so wie die Geschwindigkeit des Tons, durch andere Methoden bestimmt, mit dem Newton'schen Resultate überein trifft. *) Zwar haben verschiedene neuere Mathematiker vortreffliche Auflösungen gegeben, welche

*) Es ist schon ein paar Mahl in diesen gegenwärtigen, und wenn ich mich recht erinnere, auch schon in den in dem vorigen Bande der *Annalen* mitgetheilten Aufsätzen von einer *harmanischen Curve* die Rede gewesen. Ein paar Worte zur Erläuterung werden hier am schicklichsten ihren Platz finden. Ob der Name: harmonische Curve, gut gewählt und allgemein angenommen sey, wollen wir hier nicht erörtern. Was Young darunter versteht, ist die krumme Linie, welche nach Taylor, Daniel Bernoulli und Giordano Riccati eine schwingende Saite bilden soll. Diese Mathematiker finden nämlich, daſs es eine sehr verlängerte *Cykloide* seyn müsse. Dagegen zeigen aber Euler, La Grange und d'Alembert, daſs schwingende Saiten gar viele andere krumme Linien, die nicht Cykloiden sind, bilden können. Man vergl. Chladni's *Akustik*, S. 70, §. 55. *V.*

alle mögliche Fälle dieses Problems umfassen, doch haben alle angenommen, daſs die Unterschiede *(the distinctions)* zu fein wären, um wirklich beobachtet zu werden, besonders, (hätte man noch hinzu setzen können,) da die Unbiegsamkeit einer Saite, nach der Lehre der elastischen Stäbe, sie nöthigen wird, die Form der harmonischen Curve anzunehmen.

Euler's und La Grange's Theorem für den Fall, da die Saite anfänglich in Ruhe ist, besteht wesentlich in Folgendem: Man verlängere die Figur immer wechselsweise an verschiedenen Seiten der Achse und in entgegen gesetzten Lagen, sodann nehme man von irgend einem Punkte der krummen Linie eine Abscisse in dem Verhältnisse zur Länge der Seite, welches ein gegebener Zeittheil zur Dauer einer halben Schwingung, (d. h., einfachen Schwingung,) hat, so wird die halbe Summe der Ordinaten der Entfernung dieses Punkts der Saite von der Achse am Ende der gegebenen Zeit gleich seyn. *)

*) Zur Vergleichung will ich zu dieser Stelle, (die eine von den vielen *schwerfällig* ausgedruckten dieses Auffatzes ist,) die Parallelstelle aus Chladni's *Akustik* hinzu fügen, weil ich Euler's eigene Schrift nicht zur Hand habe.

„Den Untersuchungen Euler's zufolge ist die krumme Linie, welche eine Saite annehmen kann, ganz willkührlich, und hängt bloſs von der ersten Biegung ab, die man der Saite giebt, so daſs nicht einmahl ein Zusammenhang der verschiedenen Theile dieser Krümmung nach irgend einem Gesetze der Stetigkeit erfordert wird, und also auch

Wenn die *anfängliche Figur der Saite* aus *zwei geraden Linien* zusammen gesetzt war, wie dies gewöhnlich bei musikalischen Instrumenten und bei Versuchen der Fall ist, so werden diesem gemäss die Formen, welche sie nach der Reihe annimmt, so seyn, wie sie die 44ste und 45ste Fig. auf Taf. VIII darstellen; und diese Resultate werden auch vollkommen durch die Erfahrung bestätigt.

Man nehme eine von den tiefsten Saiten eines Pianoforte, die mit feinem Silberdrahte besponnen ist; lasse das Licht durch eine enge Oeffnung des Fensterladens darauf fallen, so dass, wenn das Auge in gehöriger Lage gehalten wird, der Lichtschein schmal glänzend und bestimmt an jeder der Windun-

solche krumme Linien Statt finden können, die sich durch gar keine Gleichung ausdrucken lassen; dass aber alle Mahl jeder schwingende Theil einerlei Krümmung nach abwechselnden Richtungen annehme, und man also, um eine solche krumme Linie zu zeichnen, nichts weiter nöthig habe, als die ganz willkührlich angenommene Krümmung eines schwingenden Theils für die benachbarten Theile auf eine ähnliche Art auf der andern Seite der Achse zu verlängern. La Grange ist grössten Theils Euler's Meinung zugethan. D'Alembert behauptet zwar ebenfalls, dass ausser den Taylor'schen Cykloiden noch andere krumme Linien Statt finden können, läugnet aber, dass eine Saite auch solche Krümmungen annehmen könne, deren Theile nach keinem Gesetze der Stetigkeit zusammen hängen." *Akustik*, §. 55. *V.*

gen des Drahtes erscheine. Sodann lasse man die Saite schwingen, so wird der Lichtpunkt seinen Weg bezeichnen, wie eine schnell im Kreise geschwungene glühende Kohle, und dem Auge eine Lichtlinie darstellen, welche durch Hülfe eines Mikroskops sehr genau beobachtet werden kann. Nach der verschiedenen Art nun, wie der Draht in Bewegung gesetzt wird, ist die Form dieses Weges nicht minder mannigfaltig und unterhaltend, wie die von Chladni entdeckten Figuren der Knotenlinien schwingender Scheiben. Jene Erscheinung ist in der That in einer Rücksicht noch interessanter, indem sie mehr für mathematische Bestimmung geeignet zu seyn scheint; wiewohl bisher, ausser einigen unbedeutenden *) Beobachtungen von Busse und Chladni vorzüglich an Stäben, noch nicht hierüber versucht worden ist. Für den gegenwärtigen Zweck kann man die Bewegung der Saite dadurch einfacher machen, dass man an irgend eine Stelle derselben einen langen feinen Faden bindet, und diesen in einer auf die Saite senkrechten Richtung befestigt, ohne ihn jedoch so stark anzuziehen, dass die Spannung vermehrt würde. Hierdurch werden die Schwingungen beinahe in eine Ebene begränzt, welches sonst nicht leicht geschieht, wenn die Saite ganz frei schwingt. Wenn die Saite nun

*) *fligth obfervations.* — Meines Erachtens sind Busse'ns Beobachtungen gar nicht unbedeutend, (m. s. dess. *Beitr. zur Math. u. Phys.*,) und Chladni's Beobachtungen eben so wenig. *V.*

in der Mitte gebeugt wird, so findet sich, durch Vergleichung mit irgend einem Gegenstande, der ihre Lage bezeichnet, wenn sie in Ruhe ist, dass sie auf jeder Seite der Achse gleiche Excursionen macht, und die Figuren, welche sie einzunehmen scheint, werden von zwei Linien begränzt seyn, die, je weiter nach den Enden hin, desto glänzender sind. Man sehe Figur 46, Taf. IX. Wenn hingegen die Saite nahe an einem ihrer Enden gebeugt wird, wie in Fig. 47, so geht sie nur um eine geringe Weite auf die entgegen gesetzte Seite der Achse, und bildet da eine sehr glänzende Linie; ein Beweis ihres längern Verweilens an dieser Stelle: sie kehrt auf die vorige Seite der Achse beinahe bis dahin, von wo man sie losschnellen liess, zurück, ist aber hier nur schwach-sichtbar; ein Beweis ihres kürzern Verweilens. In der Mitte der Saite sind die Excursionen auf beiden Seiten der Achse gleich, und jenseits der Mitte, nach dem andern Ende zu, verhält es sich wie in der Hälfte, wo die Beugung vorgenommen wurde, nur an entgegen gesetzten Seiten der Achse. Diese Erscheinung dauert ohne Veränderung in ihren Verhältnissen, so lange die Saite schwingt: — eine vollkommene Bestätigung der Nichtexistenz der harmonischen Curve, und der Richtigkeit der von Euler und La Grange angegebenen Construction. Da jede Figur unendlich genähert werden kann, wenn man ihre Ordinaten ansieht, als ob sie aus den Ordinaten einer unendlichen Menge von Trochoiden (Cykloiden) ver-

ſchiedener Gröſse beſtünden, ſo läſst ſich, nach Bernoulli's richtiger Bemerkung, beweiſen, daſs alle dieſe conſtituirenden Curven zu ihrem anfänglichen Zuſtande in der nämlichen Zeit zurück kehren, wo eine ähnliche in die Trochoide (Cykloide) gebogene Saite eine einzige Schwingung vollendet, und dies iſt in gewiſſen Hinſichten eine ſchickliche und bequeme Methode, das Problem zu betrachten. *)

Wenn eine Saite ganz frei ſchwingt, ſo bleibt ſie nicht lange in Bewegung ohne eine ſehr augenſcheinliche Abweichung von der Schwingungsebene. Sie geräth nämlich bald in eine den Umſtänden nach mehr oder minder einfache und gleichförmige *drehende* Bewegung; ſey es durch urſprüngliche Schiefe des Stoſses, oder durch Colliſion mit den Luftſchwingungen, oder durch Ungleichheit des Gewichts und der Biegſamkeit, (in ihren verſchiedenen

*) Wieder eine Stelle, wo die Ueberſetzung ſich durch das Original rechtfertigen muſs. *At the ſame time, as Mr. Bernoulli has juſtly obſerved, ſince every figure may be infinitely approximated, by conſidering its ordinates as compoſed of the ordinates of an infinite number of trochoids of different magnitudes, it may be demonſtrated, that all theſe conſtituent curves would revert to their initial ſtate in the ſame time, that a ſimilar chord, bent into a trochoidal curve, would perform a ſingle vibration; and this is in ſome reſpects a convenient and compendious method of conſidering the problem.* *V.*

nen Theilen,) oder durch den unmittelbaren Widerſtand der ſie berührenden Lufttheilchen. Einige Beiſpiele von Figuren, welche die Saiten bilden, ſind in Fig. 48 auf Taf. IX dargeſtellt. In der Mitte der Saite hat ihre Bahn immer zwei gleiche Hälften, aber ſelten in irgend einem andern Punkte. Die krummen Linien, Fig. 49, entſtehen durch Combinirung verſchiedener kreisförmiger Bewegungen, welche in aliquoten Theilen der urſprünglichen Bahn beſchrieben, angenommen werden, und einige von ihnen kommen den wirklich beobachteten Figuren ſehr nahe. *) Wenn die Saite von ungleicher Dicke iſt, oder wenn ſie locker geſpannt und gewaltſam gebogen wird, ſo haben die Apſiden und Wendungspunkte der Bahn eine ſehr deutliche drehende Bewegung. Die zuſammen geſetzten Rotationen ſcheinen dem Auge das Daſeyn von Nebenſchwingungen zu beweiſen, und es möchten ſich daraus die hohen harmoniſchen Töne erklären laſſen, welche den Hauptton begleiten. **)

*) *The curves of Fig. 49 are deſcribed by combining together various circular motions, ſuppoſed to be performed in aliquot parts of the primitive orbit, etc.* Eine ſolche Combinirung von *ſupponirten* Bewegungen ſcheint mir ziemlich willkührlich. *V.*

**) Ein intereſſanter Aufſatz über dieſe berühmten Nebentöne findet ſich in Buſſe's *Beiträgen zur Mathematik und Phyſik*, St. X, S. 131—139, unter der Ueberſchrift: *Ueber die Harmonie im reinſten Klange.* *V.*

Ein Umſtand, dieſe Nebentöne betreffend, ſcheint der Beobachtung gänzlich entgangen zu ſeyn. Wenn die Saite an der Hälfte, dem Drittel, oder einem andern aliquoten Theile ihrer Länge gebogen und dann plötzlich losgelaſſen wird, ſo iſt der harmoniſche Ton, welcher der Theilung der Saite in dem angegriffenen Punkte angemeſſen wäre, gar nicht zu hören, ſo lange der Ton dauert. Dies beweiſet, daſs die Nebentöne nicht von irgend einer Colliſion der Luftſchwingungen, noch auch von einer ſympathetiſchen Bewegung der Gehörnerven, noch von der Wirkung eines zurück geworfenen Schalles auf die Saite, ſondern bloſs von ihrer anfänglichen Figur und Bewegung herrühren. *)

Wenn man annimmt, daſs die in geraden Linien gebogene Saite nothwendig in eine Menge von Nebenvibrationen übergehe, *(reſolved itſelf neceſſarily into a number of ſecondary vibrations,)* und zwar gewiſſen krummen Linien gemäſs, welche gehörig combinirt der gegebenen Figur ſich näherten; ſo würde dieſe Vorausſetzung in der That in gewiſſen Rückſichten mit dem erzählten Phänomene überein ſtimmen, da die Coefficienten aller dieſer angenommenen Curven endlich an dem Biegungswinkel verſchwinden würden. Aber wir mögen nun die conſtituirenden Curven einer ſolchen Figur, die verſchiedenen Abtheilungen der Schwingungen hindurch, zeichnen, oder wir mögen die kürzere Eu-

*) Recht deutlich iſt mir dieſe Stelle nicht. *V.*

ler'sche Methode zu diesem Ende befolgen, so sind immer die aus dieser Reihe von Schwingungen entstehenden Figuren so simpel, dass es unbegreiflich scheint, wie das Ohr die zusammen gesetzte Idee von einer Menge heterogener Schwingungen von einer Bewegung der Lufttheilchen hernehmen sollte, welche ungemein regelmässig und fast gleichförmig seyn muss; eine Gleichförmigkeit, die unter gehöriger Vorsicht durch Anwendung eines starken Vergrösserungsglases nicht widerlegt wird. Diese Schwierigkeit steht Euler'n sehr entgegen; La Grange argwöhnt selbst irgend einen Irrthum in dem Versuche, und meint, ein musikalisches Ohr urtheile nach vorher gegangenen Ideenverbindungen. Aber ausserdem, dass diese Töne auch von einem Ohre vernommen werden, welches von solchen Associationen frei ist, und wenn der Ton von zwei unrein unisonen Saiten herrührt, durch Zählung der Schläge bestätigt werden können; so ist das schon erzählte Experiment ein unläugbarer Beweis, dass keine Täuschung dieser Art im Spiele sey. Es ist nicht zu läugnen, dass noch nichts völlig Befriedigendes zur Erklärung dieser Phänomene bekannt ist, aber es ist höchst wahrscheinlich, dass die geringe Vermehrung der Spannung bei der Beugung, welche nicht in Rechnung gebracht wird, und die unvermeidliche Ungleichheit der Dicke und Biegsamkeit einer und eben derselben Saite in ihren verschiedenen Theilen, indem sie die Gleichzeitigkeit der untergeordneten Schwingungen stören, alle

jene Verschiedenheit von Tönen verursachen, welche ausserdem so unerklärlich ist. Denn wenn die geringste Verschiedenheit in die Perioden kömmt, so ist es nicht schwer; zu begreifen, wie die Töne unterschieden werden; und in der That, in einigen Fällen wird ein scharfes Ohr eine geringe Unvollkommenheit in dem Klange der harmonischen Töne entdecken; auch bemerkt man oft bei einem Instrumente, dass einige der Saiten pulsirende Töne geben, welche ohne Zweifel von dem Mangel an völliger Gleichförmigkeit der Saite herrühren.

Man kann wahrnehmen, dass jeder besondere harmonische Ton am lautesten ist, wenn die Saite ungefähr auf ein Drittel des dem Tone entsprechenden aliquoten Theils, von einem Ende dieses Theils an gerechnet, gebeugt wird. Eine Beobachtung von D. Wallis scheint den spätern Schriftstellern über harmonische Töne entgangen zu seyn. Wenn eine Violinsaite in der Mitte oder in einem andern aliquoten Theile angestrichen wird, so giebt sie entweder gar keinen, oder einen sehr dumpfen Ton. Dies rührt gewiss nicht von der Beugung, sondern von der durch den Bogen mitgetheilten Bewegung her, und lässt sich aus dem Umstande der successiven Stösse erklären, die von den festen Punkten an jedem Ende reflectirt werden, und sich einander zerstören; eine Erklärung, welche einigen Beobachtungen des D. Matthew Young über die Bewegung der Saiten beinahe analog ist. Wenn der Bogen nicht genau in dem aliquoten Punkte, sondern nahe dar-

an angesetzt wird, so ist der entsprechende harmonische Ton ausserordentlich laut, und der Hauptton, zumahl in den tiefsten Tönen, kaum hörbar. Die Saite bildet in den aliquoten Stellen so viele helle Linien, als der Zahl des harmonischen Tons zukommen, die einander um desto näher sind, je näher an dem Punkte der Bogen angesetzt ist. Man sehe Fig. 50, Taf. IX. Nach den verschiedenen Arten, den Bogen anzusetzen, findet eine erstaunliche Mannigfaltigkeit *(immense variety)* in der Gestalt der Bahn der Saite Statt, wie Figur 51 zeigt; — mehr als genug, um alle die Verschiedenheit des Tons zu erklären, welche verschiedene Violinspieler aus ihrem Instrumente ziehen.

Bei Beobachtungen dieser Art hört man oft eine Reihe von harmonischen Tönen, indem der Bogen quer über den nämlichen Theil der Saite hingeführt wird: diese werden von dem Bogen verursacht. Sie sind übrigens nicht der ganzen Länge des Bogens proportional, sondern richten sich nach der Fähigkeit des zwischen der Saite und dem Ende des Bogens befindlichen Theils der Stränge, seine Schwingungen in solchen Zeittheilen zu machen, welche aliquote Theile der Saitenschwingung sind. Es scheint daher, dass der Bogen nur in einem Augenblicke während jeder Hauptschwingung auf die Saite wirkt. Der Bogen war bei diesen Versuchen mit der zweiten Seite von einer Violinsaite bezogen; und bei dem vorläufigen Bestreichen mit Colopho-

nium wurden bisweilen die von Chladni bemerkten Longitudinaltöne gehört, aber man beobachtete, daſs ſie in verſchiedenen Stellen der Stränge wenigſtens um einen Ton differirten. *)

*) Ich bin es müde geworden, bei allen dunkeln und unverſtändlichen Stellen meine erläuternden Anmerkungen oder Young's Originalſtellen unterzuſetzen, und habe mich deſſen um ſo mehr enthalten, da die Leſer es ohne Zweifel auch müde werden müſſen. Jene und dieſe würden zu einem Buche anwachſen. Mein würdiger Freund, der Hr. Herausgeber dieſer *Annalen*, übertrug mir die Bearbeitung dieſes, — im Ganzen allerdings intereſſanten Aufſatzes, weil er mir genug Kenntniſs der Sprache und der Muſik zutraute; aber in der That, wer dieſen Aufſatz ganz, in allen Stellen verſteht, — *erit mihi magnus Apollo!* Young's Verdienſte in Ehren; aber es iſt mir zuweilen ſo vorgekommen, als ob er nicht überall ſich ſelbſt recht ins Deutliche verſetzt habe, z. B. in der vorletzten Periode: *hence it would ſeem, that the bow takes effect on the chord but at one inſtant, during each fundamental vibration.* Was ſoll das heiſsen, und wie ſoll das aus dem Vorhergehenden herflieſsen? Ich wenigſtens finde keinen Zuſammenhang darin. — Ich habe oben ein Wort gebraucht, das mir am beſten für den Bezug des Bogens im allgemeinen zu paſſen ſchien, nämlich: *Stränge.* Gewöhnlich beſteht die Stränge, wie bekannt, aus Pferdehaar. Young brauchte zu ſeinen Verſuchen eine Violinſaite. Ob das, was er *zweite* Violinſaite nennt, die *a*- oder die *d*-Saite iſt, weiſs ich nicht. *V.*

14. *Schwingungen der Stäbe und Platten.*

Mit Zuziehung eines sehr geschickten praktischen Tonkünstlers wurden einige Versuche über die Töne einer Glasröhre, eines Eisenstabes, eines hölzernen Lineals angestellt. Wenn die Röhre möglichst frei war, so wurden alle harmonische Töne, die den Zahlen 1 bis 13 entsprechen, deutlich ge-

[Hier noch Young's Erklärung der Figuren, welche zu diesem Abschnitte gehören: Fig. 44, 45, Taf. VIII, zeigen die auf einander folgenden Gestalten einer gespannten Saite, wenn man sie biegt und losläfst, der Construction der Herren de la Grange und Euler entsprechend. — Fig. 46, Taf. IX, zeigt, wie eine schwingende Saite erscheint, welche man in der Mitte angezogen hat; die dicksten Striche bezeichnen die hellesten Theile *(the most luminous parts)*. — Fig. 47 zeigt diese Erscheinungen in einer Saite, die man an irgend einem andern Punkte als dem in der Mitte gebogen hat. — Fig. 48 zeigt verschiedene Gestalten der Bahn, welche ein Punkt einer Saite, wenn sie gebogen und geschlagen wird, beschreibt, *(when inflected, and when struck.)* — In Fig. 49 sieht man epitrochoidalische Curven, welche durch Combinirung einer einfachen Rotation oder Schwingung mit andern subordinirten Rotationen oder Schwingungen entstehn. — Fig. 50 zeigt die Erscheinung einer Saite, wenn sie durch Streichen mit einem Bogen, den man nahe bei einem Drittel ihrer Länge ansetzt, zum Tönen gebracht wird. — In Fig. 51 sieht man endlich die Bahnen, welche ein Punkt einer solchen mit dem Bogen zum Tönen gebrachten Saite beschreibt." *d. H.*]

hört, verschiedene von ihnen zugleich, und andere durch verschiedene Arten des Anschlagens. Dieses Resultat scheint von Euler's und Riccati's Berechnungen, wiewohl diese durch Chladni's wiederhohlte Versuche bestätigt sind, abzuweichen. Ich führe es daher nicht als eine hinlängliche Widerlegung dieser Rechnungen an, sondern nur, um zu zeigen, dass eine Revision der Versuche nöthig seyn dürfte. Wenn ein Stab an einem Ende locker gehalten wurde, so hörte man kaum einen Ton; auch nicht, wenn er in der Mitte gehalten und auf ein Siebentel der Länge angeschlagen wurde. Chladni's sinnreiche Methode, die Schwingungen der Platten durch aufgestreuten Sand zu beobachten, und durch die Figuren, welche dieser Sand bildet, die Knotenlinien zu entdecken, ist bis jetzt in unserer Gegend wenig bekannt gewesen. *) Seine Abhandlung über dieses Phänomen ist so vollständig, dass keine weitern Versuche dieser Art für nöthig gehalten wurden. Gläserne Gefäse verschiedener Art, durch Anschlagen oder Reiben zum Tönen gebracht, gaben fast gar keine harmonischen Töne; eine Beobachtung, die mit Chladni's Versuchen überein stimmt. **)

*) Schlecht genug! *V.*

**) Ein sehr magerer Abschnitt in Young's Aufsatze, woran die Leser nicht viel verloren hätten, wenn ich ihn ganz überschlagen hätte, — und undeutlich obendrein. Wo von den Tönen der Glasröhre nach den Zahlen 1 bis 13 geredet wird, hätte doch die

15. *Die menſchliche Stimme.*

Die menſchliche Stimme, welche eigentlich urſprünglich der Gegenſtand dieſer Unterſuchungen war, iſt ein ſo zuſammen geſetztes und noch ſo unvollkommen verſtandenes Phänomen, daſs es hier nur oberflächlich betrachtet werden kann. Vor und nach Dodart hat niemand etwas ſonderlich Wichtiges über die Bildung der menſchlichen Stimme bekannt gemacht, wenn wir nicht etwa Ferrein ausnehmen wollen. Dieſer zeigte die Aehnlichkeit derſelben mit den Orgelregiſtern *vox humana* und *Regal;* aber ſeine Vergleichung mit der

Art der Hervorbringung angegeben werden ſollen. Wir erfahren weder die Länge der Glasröhre, noch ob ſie geſchlagen, geſtrichen, geblaſen, noch wie ſie gehalten oder befeſtigt wurde. Ich habe zwar oben *Anſchlagen* geſetzt, allein Dank ſey es der Vieldeutigkeit des Worts: *Blow,* man kann eben ſo gut Anſtreichen und Anblaſen ſetzen. Was übrigens die den Zahlen 1 bis 13 entſprechenden Töne betrifft, ſo ſind es folgende, wenn man die zu 1 gehörigen *C* nennt,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	c	g	$\bar{c}$	$\bar{e}$	$\bar{g}$	$\bar{b}$ —	$\bar{\bar{c}}$	$\bar{\bar{d}}$	$\bar{\bar{e}}$	$\bar{\bar{f}}$ +	$\bar{\bar{g}}$	$\bar{\bar{a}}$ —

Die Zeichen, die den unter 7, 11, 13, ſtehenden Tonbuchſtaben angehängt ſind, bedeuten, daſs der Ton, dem die Schwingungszahl 7 zukömmt, etwas niedriger als unſre kleine Septime *b* iſt; letztere nämlich iſt $7\frac{1}{9}$; hingegen 11 etwas höher als die Quart $= 10\frac{2}{3}$; wiederum 13 etwas tiefer als die Sexte $= 13\frac{1}{3}$.

Y.

Pfeife, und feine Erklärung der Falfettöne find eben nicht fonderlich gerathen.

Eine Art von Experimentaluntersuchung unsrer Stimme könnte etwa folgender Maſsen angeſtellt werden. Wenn man Athem einzieht und zugleich den *Luftröhrenkopf (larynx)* gehörig zuſammen zieht, ſo gerathen die Querbänder, welche die *Stimmritze (glottis)* bilden, in eine langſame Erzitterung, und verurſachen ein vernehmbares *Klicken (cliking ſound).* *) Wenn die Spannung der Querbänder und die Geſchwindigkeit des Einathmens wächſt, ſo verſchwindet dieſer Schall, und wird zum ſtetigen Tone, aber ſehr tief; ein gutes Ohr ſchätzt ihn ungefähr zwei Octaven unter dem tiefſten *A* einer gewöhnlichen Baſsſtimme, ſo daſs ihm alſo etwa 26 Schwingungen in einer Secunde zukämen. Dieſen Ton kann man beinahe bis zu der gewöhnlichen Höhe der Stimme hinauf treiben, aber er iſt niemahls rein und klar, ausgenommen vielleicht bei Bauchrednern. Wenn man den Ton höher hinauf treiben will, ſo entſteht der *eingezogene Falſetton,* der einer groſsen Höhe fähig iſt, und, wie es ſcheint, dadurch hervor gebracht wird, daſs die oberſte Oeffnung des *Luftröhrenkopfes (larnyx),* welche von den obern Theilen der *gieſs-*

*) So ein Wort macht ſich verſtändlich, wenn es auch nicht gäng und gebe iſt. Die plattdeutſche und engliſche Sprache ſind reich an Wörtern, die Schälle mahlen. *V.*

kanneförmigen Knorpel (cartilagines arytenoideae) und dem *Kehldeckel (epiglottis)* gebildet wird, die Stelle der *Stimmritze (glottis)* vertritt. *)

*) Ich muſs hier die Geduld der Leſer wieder für ein paar Zeilen in Anſpruch nehmen. Was Young oben von dem anfänglichen *Klicken* der Membranen der Stimmritze, und dem nachher erfolgenden ſehr tiefen Tone ſagt, iſt mir, die Wahrheit zu ſagen, noch nicht gelungen, durch Verſuche mit meinen eignen Stimmorganen beſtätigt zu finden. Ich will ihm aber nicht widerſprechen. Vielleicht kömmt es daher, daſs ich nicht Baſſiſt, ſondern Tenoriſt bin. Jetzt mag ich zwar meine Kehle nicht deshalb ſtrapaziren; aber als ich vor ein paar Jahren für meinen phyſikaliſchen Kinderfreund einen Aufſatz über *Bauchredner* ſchrieb, gab ich mir einige Mühe, ſelbſt dieſe ſonderbare Kunſt zu lernen, und machte viele Verſuche mit eingezogenen Tönen. (Eingezogene oder einwärts gehende Töne nenne ich die, welche man *ein*athmend hervor bringt, da die gewöhnlichen durch Ausathmen gebildet werden.) Immer aber werden ſie bei mir ſogleich *eingezogenes Falſet;* auch beim *ſchwächſten* Einathmen, und nicht vorher ein bloſes Klicken oder tiefer Ton. Young ſagt, die Tiefe dieſes Tons betrüge ungefähr zwei Octaven unter dem tiefſten *A* einer gewöhnlichen Baſsſtimme, ſo daſs ihm etwa 26 Schwingungen in 1 Sec. zukämen. Ohne Zweifel meint er das bei uns ſo genannte *groſse A*; denn bis Contra-*A* reicht ſchwerlich eine menſchliche Baſsſtimme, wenigſtens keine gewöhnliche. (Der treffliche Baſſiſt Fiſcher konnte, wenn ich nicht irre, in die Contra-Octav bis *A* hin-

Eben darin liegt vermuthlich auch der Unterschied zwischen der natürlichen Stimme und dem gewöhnlichen Falset. Die Stimmritze ist zu lang, um für so hohe Töne eine hinlänglich grosse Spannung zuzulassen; die obere Oeffnung des Luftröhrenkopfes vertritt alsdann ihre Stelle. Daher kann irgend ein in dem Umfange der Menschenstimme liegender Ton mit derselben Stärke zwei bis drei Mahl länger im Falset ausgehalten werden, als in natürlicher Stimme; daher ferner die Schwierigkeit, unvermerkt aus der gewöhnlichen Stimme ins Falset überzugehen, und umgekehrt.

Man hat bemerkt, dass der Luftröhrenkopf immer in die Höhe steigt, wenn der hervor zu bringende Ton hoch ist; aber diese Erhebung ist nur bei schnellen Uebergängen, wie beim Triller, nöthig; und da geschieht es vermuthlich desshalb, weil bei der Zusammenziehung der Luftröhre ein zu-

ab steigen, aber solche Stimmen sind Ausnahmen.) Wenn denn mit unserm grossen *C* 128 Schwingungen, (nach unsrer Art zu reden, einfache nämlich,) zusammen gehören, so kömmt für das eben erwähnte *grosse A*, als das tiefste *A* der gewöhnlichen Bassstimme, 208 nach dem Verhältnisse 8 : 13, (die der *reinen* Sext 3 : 5 giebt $213\frac{1}{3}$.) Für Contra-*A* also 104, und für das noch um eine Octav tiefere *A*, welches Young ohne Zweifel meint, 52; welches denn auch mit seiner Angabe 26, worunter er Doppelschwingungen versteht, überein trifft.

Vieth.

nehmender Druck des Athems auf diese Art schneller als durch die Wirkung der Bauchmuskeln allein hervor gebracht werden kann. *)

Die Zurückwerfung des so hervor gebrachten Tons von den verschiedenen Theilen der Mundhöhle und der Nasenlöcher in verschiedenen Zwischenzeiten mit den Theilen der geradezu von der Larynx herkommenden Schwingungen gemischt, müssen nach der jedesmahligen Form der Theile, bei jeder

*) Ich bemerke hierbei, dass das Aufsteigen des Kehlkopfes nur bei schnellen Uebergängen, wie beim Triller, nöthig sey, mit meiner Erfahrung nicht überein zu stimmen scheint; es erfolgt auch, wenn ich langsam Scale singe. Vollständig ist der Gang, so weit es durch den Finger an den Luftröhrenkopf gelegt, bemerkt werden kann, bei mir folgender: *Ungestrichen c* scheint für meine Stimme der Ton zu seyn, der ihr am natürlichsten ist, wobei die *Larynx* in der Lage bleibt, worin sie in ihrer *stummen Ruhe* war. Wenn ich nun von diesem ungestrichenen *c* an Scale *aufwärts* singe, so steigt bei jedem Tone der Larynx etwas in die Höhe, (wiewohl bei den nahe um *c* liegenden nur sehr wenig.) Dies geht bis *eingestrichen a* und mit Anstrengung bis *zweigestrichen c*, wobei der Kehlkopf immer höher steigt. Die letztern Töne sind schon nicht mehr *Gesangtöne. Falset* ist weiter hinauf gar nicht; das findet sich überhaupt mehr bei Bassängern. Beim Scale-Singen von ungestrichen c an *niederwärts*, bemerke ich aber *kein Sinken* der Larynx, sondern bloss ein *Vortreten* wegen Erweiterung. *V.*

Schwingung die Gesetze der Luftbewegung, oder, nach Euler's Ausdruck, die Gleichung der mit dieser Bewegung correspondirend gedachten Curve verschiedentlich modificiren, und so den verschiedenen Charakter der Selbstlauter und Halblauter hervor bringen.

Der Hauptresonanzboden scheint der knöcherne Gaumen zu seyn; die Nase, ausser in den Nasalbuchstaben, giebt wenig Resonanz, denn man kann die Communication mit der Nase sperren, indem man die Finger an die weiche Stelle des Gaumens drückt, ohne den Ton der Vocale sonderlich zu ändern.

Ein gutes Ohr kann, zumahl in einer starken Bafsstimme, ausser dem Hauptone, wenigstens vier harmonische Nebentöne nach der Reihe der natürlichen Zahlen bemerken, und zwar um desto deutlicher, je mehr die Stimme den so genannten *Rohrton* hat. *) So schwach sie auch sind, so ist ihre Entstehungsart doch gar nicht leicht zu erklären. In einem Aufsatze von Knecht in der *Leipziger musikalischen Zeitung* finde ich diese Beobachtung vollkommen bestätigt. **) Genaues Aufmerken

*) *the more reedy the tone of the voice.* Rohrton ist ein auch bei unsern Musikern bekannter Ausdruck, um den sonoren Ton zu bezeichnen, der den Rohrwerken oder Rohrinstrumenten, wie z. B. dem Fagott, eigenthümlich ist. *V.*

**) Man vergleiche im vorigen Bande dieser Annalen, S. 268, die dort angeführte Bemerkung von

auf die harmonischen Nebentöne, die sich bei der Bildung verschiedener Arten von Tönen einfinden, wird uns vielleicht in Untersuchung derselben weiter bringen.

16. *Temperatur der musikalischen Intervalle.*

Es würde ungemein bequem für den praktischen Tonkünstler, und Streit ersparend für den Theoretiker gewesen seyn, wenn das Verhältniss 4 zu 5 drei Mahl, oder das 5 zu 6 vier Mahl genommen, gerade dem Verhältnisse 1 zu 2 gleich wäre. *) Da das nun nicht ist, so hat man sich viel darüber gestritten, in welche Intervalle man die Unvollkommenheit verlegen müsse. Die *Aristoxener* und *Pythagoräer* waren gewisser Massen die Anfänger dieses Streites. Sauveur hat viel umfassende Tafeln von einer Menge Temperatursysteme gegeben; sein eignes neues gehört zu den vielen, die man verworfen hat. Smith hat ein dickes dunkles Buch

Sorge und meine Beobachtung an der Stimme eines hiesigen Nachtwächters. V.

*) Die grosse Terz 4 : 5 drei Mahl genommen, giebt $4 : 5 : \frac{25}{4} : \frac{25 \cdot 25}{4 \cdot 4 \cdot 5} = 4 : 5 : 6\frac{1}{4} : 7\frac{13}{16}$ welches etwas weniger als eine reine Octav ist.

Die kleine Terz 5 : 6 vier Mahl genommen, giebt $5 : 6 : \frac{36}{5} : \frac{36 \cdot 36}{5 \cdot 5 \cdot 6} : \frac{36 \cdot 36 \cdot 36}{25 \cdot 5 \cdot 6}$ das ist, $5 : 6 : 7\frac{1}{5} : 8\frac{16}{25} : 10\frac{28}{75}$, welches etwas grösser als eine reine Octav ist. V.

geschrieben, welches in aller Absicht, ausser für ein unprakticables Instrument, die Sache gerade da läst, wo er sie vorfand. *) Kirnberger, Marpurg

*) Diese Stelle zog Herrn Young eine Rüge in den Supplementen zur brittischen Encyklopädie vom Prof. Robison zu, *(because we have great expectations from the future labours of this gentleman in the field of harmonics, and his late work is rich in refined and valuable matter,)* auf die Herr Young in Nicholson's *Journ.*, Vol. V, p. 160, antwortet. „Ich habe", sagt er unter andern, „Dr. Smith's Werk mit Aufmerksamkeit gelesen, die grossen Erwartungen aber, die ich davon hatte, sind gänzlich getäuscht worden. — — Als Mathematiker und Optiker schätze ich Dr. Smith höchlich, aber man erlaube mir, nochmahls meine Ueberzeugung zu äussern, dass sein ganzes Werk über Harmonie weit weniger Unterrichtendes enthält, als jeder der beiden Artikel. *Temperament* und *Trumpet*, in dem Supplement zur *Eucyclopädia*. Ich will damit nicht behaupten, das Werk enthalte gar nichts Gutes; nur scheint mir das Fehlerhafte zu überwiegen. Das Einzige selbst, worauf Prof. Robison einen grossen Werth zu legen scheint, ist die Anwendung der Phänomene der *Schläge* oder Pulse auf das Stimmen eines Instruments, — aber schon Sauveur lehrt eine Orgelpfeife vermittelst der Geschwindigkeit ihrer Schläge beim Zusammentönen mit andern stimmen. (*Mém. de l'Acad.*, 1701, p. 475, Ed. Amst.) Dr. Smith erweitert diese Methode scharfsinnig genug; das lag aber sehr nahe, und verdient weder den Namen

purg, und andere deutſche Schriftſteller haben mit Bitterkeit, beinahe jeder für eine andere Art, zu ſtimmen, geſtritten. Ohne Vertrauen auf guten Erfolg habe ich einen neuen Verſuch gewagt, der ſeinen Anſpruch auf Vorzug, hauptſächlich auf Aehnlichkeit ſeiner Theorie mit der wirklichen Ausübung der beſten Inſtrumentenmacher gründet.

Wie wir auch den Grad der Unvollkommenheit zweier conſonirender Töne von einerlei Art ſchätzen, ſo finden wir doch, daſs die Art, die Temperatur zwiſchen ihnen einzutheilen, die Conſonanz im Ganzen nicht weſentlich ändert. *) Zum Beiſpiel: die Unvollkommenheit von einem Comma in einer groſsen Terz verurſacht Pulſus, die ſehr nahe zwei Mahl ſo ſchnell ſind, als wenn die Unreinheit ein halbes Comma beträgt. Freilich, wenn die Unreinheit *ſehr groſs* iſt, ſo kann das In-

men einer Entdeckung noch den einer Theorie. Daſs eine Orgel ſich durch das Zählen der Schläge genauer ſtimmen läſst, als auf jede andere Weiſe, leidet keinen Zweifel; doch iſt es die Frage, ob dieſer Vortheil das Langweilige des Zählens aufwiegen dürfte. Daſs das vom Dr. Smith für ſein *changeable harpſichord* in Vorſchlag gebrachte Syſtem weder in dieſer noch in irgend einer andern Form von praktiſcher Anwendbarkeit ſey, das ſetzt Herr Young an der angeführten Stelle noch weiter als hier aus einander. *d. H.*

*) *that the manner of dividing the temperament between them, does not materially alter its aggregate ſum.*

tervall ſo weſentlich dadurch afficirt werden, daſs es ſeinen Charakter verliert. So kömmt bei einigen Temperaturen eine um zwei Comma verminderte kleine Terz dem Verhältniſſe 6 : 7 näher als dem 5 : 6. Aber mit dieſer Einſchränkung iſt die Summe der Harmonie in allen Syſtemen ziemlich gleich. Wenn daher jede von den zwölf groſsen oder kleinen Terzen gleich oft in einer auf einem Inſtrumente auszuführenden Compoſition vorkömmt, ſo wird es nicht viel auf ſich haben, auf welche dieſer Terzen die Unvollkommenheiten vertheilt ſind, und gerade geht die Meinung der beſten praktiſchen Schriftſteller dahin, daſs die Verſchiedenheit des Charakters, welche durch dieſe Ungleichheit der Verhältniſſe in die verſchiedenen Tonarten kömmt, einen weſentlichen Vortheil für den allgemeinen Effekt der Modulation gewährt. Wenn man aber nimmt, daſs, im Durchſchnitt genommen, in allen jemahls componirten Sachen gewiſſe Tonarten wenigſtens zwei Mahl ſo oft vorkommen, als andere, ſo ſcheint dies allerdings ein ſtarker Bewegungsgrund zu ſeyn, die Harmonie in den gebräuchlichſten Tonarten am reinſten zu erhalten. Dadurch werden dann die Unvollkommenheiten, die im Spielen vorkommen können, möglichſt vermindert, und doch auch zugleich die Verſchiedenheiten des Charakters der Tonarten beibehalten.

Auch iſt wirklich in Praxi dieſe Methode, wiewohl unter mancherlei Modificationen, faſt allgemein angenommen. Es haben zwar Manche eine

gleich schwebende Temperatur einführen wollen, aber die Methoden, welche sie dazu anwendeten, waren augenscheinlich fehlerhaft. *) Mir scheint es, dass allen Forderungen Genüge geschehen könne, wenn man die grosse Terz *c* : *e* um ein Viertelcomma erhöht, wodurch auch das schärfste Ohr nicht beleidigt wird, sodann *e* : *gis* und *as* : *c* gleich macht; *fis* : *ais* um ein ganzes Comma erhöhet, und die grossen Terzen aller zwischen liegenden Töne mehr oder weniger rein stimmt, je nachdem sie mehr oder weniger in der Modulation mit der Tonart *c* verwandt sind. **) Die Quinten sind in jedem Systeme rein genug. (?) Die Resultate dieser Methode zeigt folgende Tafel. ***)

*) Das dächte ich eben nicht. Dass die gleich schwebende oder mathematische Temperatur selbst nicht praktisch rathsam sey, (theils weil die Verschiedenheit der Charaktere der Tonarten verloren ginge, theils weil die Stimmung schwierig und nur nach dem Monochord auszuführen wäre,) ist zwar auch meine Meinung; aber dass die *Methoden*, sie zu erhalten, *evidently defective* wären, ist mir *nicht evident*. *V.*

**) Ob diese Angabe der Stimmung deutlich und beifallswürdig gefunden werde, überlasse ich den Musikern. *V.*

***) Hier einiges zur Erläuterung dieser Tabelle. Was wir *h* in der Tonleiter nennen, nennt Young *b*, und was wir *b* nennen, nennt er *bb*. Vermuthlich ist das in England so Sitte. Ich gestehe, dass sie mir völlig consequent und eher nach-

Theile des Monochords.		Logarithmen der Temperatur der grofsen Terzen.	+	Logarithmen der Temperatur der kleinen Terzen.	−	Logarithmen der Temperatur der Quinten.	−
c	50000	c	0,0013487	a; e	0,0023603	e^b; g♯	0,0000000
h	53224	g; f	0,0019006	d; h	0,0029122	c♯; f♯	desgl.
b	56131	d; b	0,0024525	g; f♯	0,0034641	f; b	0,0004597
a	59676	a; e^b	0,0034641	c; c♯	0,0044756	e; h	desgl.
g♯	63148	e; a^b	0,0044756	f; g♯	0,0049353	c; g	0,0010116
g	66822	h; c♯	0,0049353	b; e^b	0,0053950	d; a	desgl.
f♯	71041	f♯	0,0053950				
f	74921						
e	79752						
e^b	84197						
d	89304						
c♯	94723						
c	100000						

ahmungswerth fcheint, als manche andere englifche Sitte; indeffen habe ich mich nicht berufen gefühlt, die bei uns gewöhnliche Bezeichnungsart zu verlaffen. — Was die Conftruction der obigen Tafel, und zwar insbefondere die Logarithmen betrifft, fo wird es vielleicht für manchen Lefer nicht überflüffig feyn, ein paar Beifpiele zur Erläuterung herzufetzen, wobei fich zugleich einiger unbedeutender Unterfchied in meiner Rechnung und Young's Zahlen finden wird, wovon ich mir weiter nicht die Mühe geben mag, die Urfache aufzufuchen.

Alfo, man nehme z. B. in der zweiten Columne den Log. 0,0013487, welcher bei *c* fteht. Diefer ift fo entftanden: Nach Young's Temperatur findet man in der erften Columne für die grofse Terz c : *e* die Saitenlängen 100000 : 79752. Aber der

In Praxi wird ungefähr der nämliche Effekt auf eine ganz leichte Art erhalten, wenn man von *c* aus sechs reine Quarten

c : *f* : *b* : e^b : *g*♯ : *c*♯ : *f*♯

und sechs gleichmäßsig unreine Quinten

c : *g* : *d* : *a* : *e* : *h* : *f*♯

reinen grossen Terz gehören die Saitenlängen 5 : 4, das ist = 100000 : 80000. Also, Young's grosse Terz ist etwas zu hoch. Die Schwingungszahlen, (die umgekehrten Saitenlängen,) verhalten sich nämlich so:

Reine grosse Terz : Young's grosser Terz = 79752 : 80000.

Also, Young's grosse Terz = $\frac{80000}{79752}$ der reinen grossen Terz.

Nun ist log. 80000 = 4,9030900
log. 79752 = 4,9017416

log. der Temperatur hier = 0,0013484
Young hat = 0,0013487

Ein zweites Beispiel ebenfalls aus der Columne für die grossen Terzen. Nach Young's Temperatur ist Saitenlänge

c♯ : *f* = 94723 : 74921
Rein sollte sie seyn = 5 : 4
= 94723 : 75778

Also bei *c*♯ ist das Verhältniss von

Reiner grosser Terz : Young's grosser Terz = 74921 : 75778

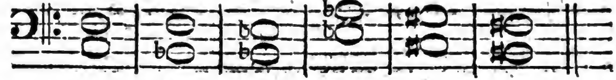
oder Young's grosse Terz = $\frac{75778}{74921}$ der reinen Terz.

Nun ist log. 75778 = 4,8795431
log. 74921 = 4,8746036

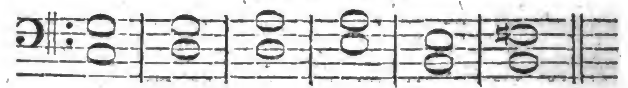
log. der Temper. = 0,0049395
Young hat bei *c*♯ (und *h*) = 0,0049353.

ſtimmt.

Rein



Unrein



Wenn man die unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Quarten ſo nimmt, daſs dieſe Intervalle etwas erhöht werden, ſo wird die Temperatur ſich dem *Gleichſchweben* mehr nähern, welches beſſer iſt, als eine entgegen geſetzte Unreinheit.

Eine bequeme Art, verſchiedene Syſteme von Temperatur mit einander zu vergleichen, zeigt Fig.

Noch zum Schluſſe ein Beiſpiel aus den kleinen Terzen. In Young's Temperatur iſt Saitenlänge $e : g = 79752 : 66822$

Reine kleine Terz $= 6 : 5$

$= 79752 : 66460$

Alſo Young's kleine Terz $= \frac{66460}{66822}$ der reinen kleinen Terz.

Nun iſt $\log. 66460 = 4{,}8225603$

$\log. 66822 = 4{,}8249125$

$0{,}9976478 - 1$

oder $- 0{,}0023522$

Young hat $- 0{,}0023603$.

Die Verſchiedenheit in den letzten Stellen wird vermuthlich daher rühren, daſs er mit kleinern Logarithmentafeln gerechnet hat. *V.*

52, Taf. IX, welche man leicht für alle jemahls erfonnene Syfteme erweitern kann. Der ganze Umkreis ftellt eine Octav dar. Die verfchiedenen concentrifchen Kreife find oben nach der Ordnung vom innerften bis zum äufserften mit den Buchftaben *L*; *R*; *Q*; *Γ*; *P*; *K*; *M*; *S* bezeichnet. Der innerfte Zirkel ift in 30103 Theile getheilt, (Log. 2, d. h., Log. der Octav, = 0,3010300.) Der nächfte Kreis *R* zeigt die Gröfse der einfachften mufikalifchen und fonftigen Verhältniffe. *Q* ift in 12 gleiche Theile getheilt, und ftellt die 12 Semitonia nach Zarlino's gleich fchwebender Temperatur dar, wenig verfchieden von Ariftoxenus Syftem und warm vertheidigt von Marpurg und andern. *Γ* zeigt das in diefem Auffatze als das wünfchenswerthefte vorgetragene und *P* die praktifche Methode, die fich diefem Syfteme fehr nähert und mit der eilften Methode, die Marpurg anführt, überein kömmt, nur dafs, wenn man bei *C* ftatt bei *H* anfängt, der Effekt ganz anders wird. *K* ift Kirnberger's und Sulzer's Syftem, welches von einer vollkommenen Terz, zehn vollkommenen und zwei gleichmäfsig unvollkommenen Quinten hergeleitet ift. *M* ift das Syftem der Mitteltöne, das *Syftema participato* der alten italiänifchen Schriftfteller, welches noch häufig beim Stimmen der Orgeln gebraucht, und von Smith zum gewöhnlichen Gebrauche empfohlen wird. *S* zeigt das Refultat aller Berechnungen in Smith's Harmonielehre, das Syftem, welches er für fein veränderli-

ches Harpſichord vorſchlägt, das aber weder in dieſer noch irgend einer andern Form zum praktiſchen Gebrauche taugt.

So habe ich denn verſucht, in der Erforſchung einiger ſehr dunkler, aber intereſſanter Gegenſtände, wenn auch nur einige Schritte weiter zu thun. So viel ich weiſs, ſind die meiſten dieſer Beobachtungen neu; ſollten ſie indeſſen ſchon von andern gemacht ſeyn, ſo wird doch wenigſtens ihre Wiederhohlung in einer zuſammen hängenden Kette von Schlüſſen zu entſchuldigen ſeyn. Auch bin ich überzeugt, daſs wenigſtens einige der aufgeſtellten Behauptungen unbeſtreitbar die Wahrheit, und mit der Natur gemäſs ſind. Sollten gleichwohl fernere Verſuche dieſe oder jene von mir vorgetragene Meinung widerlegen, ſo werde ich ſie mit eben der Bereitwilligkeit aufgeben, wie ich längſt die Meinung von der Function der Kryſtall-Linſe aufgegeben habe, die ich einmahl mir die Freiheit nahm, der königlichen Societät vorzulegen. *)

Emanuel College,

Cambridge den 18ten Julius 1799.

Thomas Young.

*) Das iſt die Sprache, woran man den ächten philoſophiſchen Naturforſcher erkennt, der nur Wahrheiten ſucht, und nicht auf Meinungen beſteht. Young verdient für ſeine Unterſuchungen Dank; wie viel eigentlich Neues ſie uns gelehrt haben

Summarische Wiederhohlung der Hauptsachen in dem vorstehenden Aufsatze. *)

1. Schall, in so fern er durch die Luft fortgepflanzt wird, besteht in einer wellenförmigen Bewegung der Lufttheilchen.

2. Ein Luftstrom durch eine cylindrische Röhre mit mäfsiger Gewalt hindurch geprefst, divergirt desto weniger, je geringer die Geschwindigkeit ist.

3. In einer bestimmten Stelle nimmt die Divergenz plötzlich zu, und der Strom mischt sich mit der umgebenden Luft.

4. Weit entfernt, sich nach allen Richtungen auszubreiten, wird vielmehr die Luft an allen Seiten des Stroms mehr zu demselben hin-, als von ihm weggetrieben.

5. Der durch eine Oeffnung gelassene Schall breitet sich ganz und gar nicht nach allen Richtungen gleichförmig aus, und ist vermuthlich ausser der geraden Linie, nach welcher er ursprünglich fortgetrieben wird, oder nahe bei derselben, sehr schwach.

6. Der Schall nimmt wahrscheinlich im Verhältnisse der Quadrate der Entfernung ab.

wird jeder Leser selbst beurtheilen, ich will darin nicht vorgreifen. *V.*

*) Drei Jahre später geschrieben; gegen einige Aeusserungen des Prof. Robison in den *Supplements of the Encyclopaedia Britannica*, von denen schon oben S. 384, Anm., die Rede gewesen ist. *d. H.*

7. Aehnliche Luftſtöſse bringen in gehörig menſurirten Orgelpfeifen nahe ähnlichen Ton hervor.

8. Licht iſt wahrſcheinlich Undulation eines elaſtiſchen Mediums; und das aus folgenden ſieben Gründen: *a.* weil es ſich in demſelben Mittel ſtets mit einerlei Geſchwindigkeit bewegt; *b.* weil alle Brechung mit partialer Zurückwerfung verbunden iſt; *c.* weil eine ſolche Vibration nicht nach allen Richtungen gleichmäſsig zu divergiren braucht, und ſie wahrſcheinlich ein wenig nach allen divergirt; *d.* weil das Zerſtreuen in verſchiedenfarbige Strahlen mit dieſer Meinung nicht weniger als mit der gewöhnlichen zu vereinigen iſt, welche dafür bloſs eine Nominalurſache, verſchiedene Verwandtſchaft, angiebt; *e.* weil Brechung und Zurückwerfung nach beiden Vorausſetzungen im allgemeinen gleich erklärbar ſind; *f.* eben ſo Beugung, welche ſich vielmehr noch beſſer nach jener erklären läſst; *g.* weil endlich alle Erſcheinungen von Farben dünner Platten, welche in der gewöhnlichen Hypotheſe völlig unerklärbar ſind, ſich aus jener Annahme auf eine ſehr vollſtändige und einfache Art ableiten laſſen. Die Analogie, welche hier nur oberflächlich berührt iſt, wird wahrſcheinlich bald in mehrerem Detail bekannt gemacht, und auch auf die Farben dicker Platten und auf die farbigen Franzen durch Inflexion ausgedehnt werden, welche nach Newton's eignen Verſuchen einen klar überzeugenden Beweis für dieſes Syſtem geben.

9. Die Lufttheilchen können von zwei oder mehr Tönen in Bewegung gesetzt werden; um in diesem Falle die wirkliche zusammen gesetzte Bewegung zu finden, müssen die verschiedenen einzelnen addirt oder subtrahirt werden.

10. Der Combinationston der grossen Terz ist mit einer hörbaren Duodecime begleitet.

11. Ein alle Secunden wiederkehrendes Geräusch, wenn es hörbar wäre, würde einen Ton = *C* geben.*)

12. Eine Saite behält die Form ihrer anfänglichen Schwingung und bildet nicht immer die Cykloide, die man harmonische Curve nennt.

13. Die Schwingung einer freien Saite bleibt selten oder nie in einer Ebene. Ihre drehenden und andere Nebenschwingungen lassen sich durchs Vergrösserungsglas wahrnehmen.

14. Wenn eine Saite in einem aliquoten Theilungspunkte gebeugt wird, so wird der Ton, der dieser Theilung entspricht, nicht gehört.

15. Die Menschenstimme ist der *vox humana* unter den Orgelregistern ähnlich. Das Falset wird

*) Nämlich das eigentliche 1024füssige C oder *C*. Siehe Anm. zum 12ten Abschnitte. Wohl uns, dass wir höchstens mit unsern Menschenohren innerhalb der zehn Octaven von 32 bis $\frac{1}{32}$ Fusston begränzt sind! wo wollten wir sonst die ungeheuern 64; 128, u. s. w. Fuss langen Orgelpfeifen hernehmen und hinstellen! *V.*

vermuthlich durch die obere Oeffnung des Kehlkopfes hervor gebracht.

16. Eine Temperatur von ſtufenweiſe zunehmender Unreinheit *) iſt für die praktiſche Muſik am brauchbarſten.

Bei der Mannigfaltigkeit der hier zuſammen geſtellten Materien, und bei der Unvollkommenheit der Zweige der Mathematik, auf die ſie ſich beziehen, wäre es ein vergebliches Bemühen geweſen, ſie völlig deutlich und umſtändlich aus einander ſetzen zu wollen, *(to attempt a very perſpicuous and detailed diſcuſſion of them.)* Meine Unterſuchungen über dieſe Gegenſtände ſind häufig unterbrochen worden, und dürften ſo bald nicht wieder aufgenommen werden. Aber ſollten ſie auch von keinem weitern Nutzen für irgend jemanden ſeyn, ſo würde ich doch meine Arbeit nicht für verloren halten, da ich mir ſchmeichle, daſs die Folgerungen für die Theorie der Farben, zu denen ſie mich geführt haben, über die intereſſanteſten Theile der Optik ein neues Licht verbreiten, und verbunden mit den wichtigen Entdeckungen Dr. Herſchel's, wahrſcheinlich auch manche Phänomene in der Wärmelehre aufklären werden **)

*) Nämlich wo die Unreinheit zunimmt, je weniger die Tonarten mit *C dur* verwandt ſind. *V.*

**) Man vergl. S. 347, Anm. *d. H.*

II.

Woher rührt das eigenthümliche Getöse des Wassers, bevor es zum Kochen kömmt?

Untersucht
von
W. Nicholson. *)

Wenn Wasser in einem metallenen Gefäſse auf das Feuer gesetzt wird, so überziehn sich die Wände allmählig mit Luftblasen; diese lösen sich ab, steigen auf, und endlich wird die ganze Metallfläche, oder wenigstens der Boden wieder klar und rein. Gleich darauf hört man ein rasselndes helles Getöse, wie von Metall, welches an Stärke zunimmt, bis es zuletzt gerade so klingt, als ob man kleine Schrotkörner in das Gefäſs schüttete; die Flüssigkeit bleibt dabei in völliger Ruhe und Durchsichtigkeit. Erst zuletzt, wenn das Getöse am stärksten ist, tritt der Zustand des Kochens plötzlich ein; zugleich hört das eigenthümliche Geräusch, (wofür die Engländer ein eignes Wort: *simmering*, haben,) mit einem Mahle auf, und man hört nun, so lange das Kochen anhält, nichts weiter, als den schwachen und sanften Schall, den das Wellen des Wassers hervor bringt.

*) Zusammen gezogen aus dessen *Journal*, Vol. XI, p. 216 f. *d. H.*

Durch diesen, wie Nicholson sagt, äusserst genauen und wahren Bericht über das, was vor dem Kochen des Wassers vorher geht, bewies ihm einer seiner physikalischen Freunde, dass es nicht das Entweichen von Luftblasen seyn könne, welches dieses Rasseln veranlasst, wie er das gegen ihn behauptet hatte.

Herr Nicholson kam nun auf *die* Erklärung, (welche wenigstens der Herausgeber dieser *Annalen* bisher für die einzige gehalten hat, die man dafür geben könne,) das Rasseln des Wassers vorm Kochen rühre von dem Zusammenfallen der Dampfblasen her, die sich am Boden des Gefässes bilden, und indem sie in der Flüssigkeit, die noch nicht bis zum Siedepunkte erhitzt ist, aufsteigen, fast augenblicklich wieder condensirt werden.

Als Beweis hierfür beruft er sich zuerst auf den bekannten *Wasserhammer*, der über der tropfbaren Flüssigkeit einen beinahe luftleeren Raum enthält, indem der Glasbläser, während die Flüssigkeit im stärksten Kochen ist, die Kugel vor dem Löthröhre zuschmelzt. Lässt man alles Wasser in die Kugel laufen, kehrt dann das Instrument um und umfasst die Röhre mit der Hand, so reicht die Blutwärme hin, die Röhre mit einem so elastischen Dampfe zu füllen, dass das Wasser durch das enge Röhrchen nicht aus der Kugel in die Röhre herab zu fliessen vermag; vielmehr dringen Dampfblasen aus der Röhre in die Kugel, und das, wenn die Hand warm ist, in grösster Schnelligkeit hinter ein-

ander, hinein. Jede dieser Dampfblasen verschwindet aber sogleich in dem kalten Wasser, ohne sich bis zur Oberfläche desselben zu erheben, und dabei hört man ebenfalls einen scharfen Ton, oder eine Art von Schlag.

Die Ansicht der Sache machte seinen Freund geneigt, dieser Erklärung beizutreten, und völlig bestimmte diesen dazu ein Versuch, den er in einem blanken zinnernen Gefäſse anstellte. Man hörte darin das Getöse, konnte aber keine Blasen gewahr werden.

Folgende Versuche stellte Herr Nicholson späterhin selbst an, um seine Erklärung auſser allem Streite zu setzen.

1. In eine kleine gläserne Retorte, die 2 Zoll im Durchmesser hatte, und so über einer Weingeistlampe angebracht war, daſs der Hals unter einem Winkel von etwa 20° anstieg, wurde so viel Wasser gegossen, daſs es auch den gröſsten Theil des Halses einnahm. Als das Wasser allmählig warm wurde, erschienen die Luftblasen und machten, daſs die innere Oberfläche trübe *(dusty)* aussah. Dieses dauerte ungefähr 3 Minuten. Dann wurde die innere Fläche wieder klar; das Rasseln fing an, und man sah Blasen plötzlich entstehen und wieder zusammen fallen, wobei die Retorte selbst bewegt wurde, und die Oberfläche des Wassers in die Höhe sprang und wieder herab sank. *) Die Blasen

*) Gerade so zeigt sich die Erscheinung in einem guten Wasserhammer. *d. H.*

waren oben ſpitzig und glichen einiger Maſsen kleinen Flammen, welche an verſchiedenen Stellen der Glasfläche plötzlich erſchienen und wieder verſchwanden. Während einer Minute wurden ſie immer gröſser und ſtiegen immer höher, ehe ſie zuſammen fielen, bis ſie zuletzt aus der Flüſſigkeit, ohne condenſirt zu werden, entwichen. Dieſes war der Augenblick des Siedens oder Kochens, und ſogleich hörte auch das Raſſeln auf, und man hörte das Geräuſch des Kochens.

2. Um zu ſehen, ob die Erſcheinung anders ſeyn würde, wenn man die Geſtalt und Menge des kalten Waſſers abändert, nahm Herr Nicholſon eine gläſerne Phiole von 4″ Durchmeſſer, und füllte ſie mit Waſſer, ſo daſs der aufrecht ſtehende cylindriſche Hals 8″ hoch Waſſer enthielt. Der Boden der Phiole war ziemlich dick. Die Lampe wurde angeſteckt um 3 Uhr 50 Minuten; um 40′ ſtiegen einzelne Gasblaſen auf, und es zeigte ſich ſehr weniges von dem trüben Ausſehen; um 58′ fing das Raſſeln an, und man ſah deutlich eine Menge zuſammen fallender Blaſen; von einigen Punkten ſtiegen kleine Fontainen oder Ströme von Dampf auf und wurden condenſirt, und von dem Boden erhoben ſich klare Blaſen von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die in der Flüſſigkeit darüber zuſammen fielen; endlich um 61′ erreichten die Dampfblaſen die Oberfläche der Flüſſigkeit, ohne zuſammen zu fallen, und zugleich hörte das Raſſeln auf.

3. Herr Nicholſon füllte eine Halbkugel aus hell glänzendem Kupferblech, von 4″ Durchmeſſer, mit Waſſer von 60° F. Wärme, und ſteckte um 4 Uhr 3′ die Weingeiſtlampe darunter an. Um 5′ ſah die Innenſeite unmittelbar über der Flamme trübe aus durch Gasblaſen; die Wärme war nun 110°. Um 6′ ſtiegen Gasblaſen auf, und über der Oberfläche des Waſſers wurde Dampf ſichtbar; Temperatur 120°. Um 8′ war die Innenſeite mit groſsen Gasblaſen überzogen; Temperatur 150°. Um 9½′ war der Boden rein von Blaſen und das Getöſe begann, Temperatur 175°. Um 10′, Temperatur 184°, (?) waren die zuſammen fallenden Dampfblaſen ſchon ſehr ſichtbar, ob man ſie gleich wegen ihrer ſpitzen Geſtalt nicht gewahr wurde, wenn man gerade herunter in das Gefäſs ſah. Um 11′, Temperatur 180°, war das Raſſeln ſehr laut, und der Blaſen mehrere und gröſsere. Um 12′, Temperatur 185°, platzten etliche Blaſen an der Oberfläche und das Raſſeln war ſchwächer. Um 12¼′, Temperatur 204°, kochte das Waſſer, *) und ſtatt des Raſſelns hörte man das Geräuſch des Kochens.

4. Die Lampe wurde, nachdem der vorige Verſuch zu Ende war, um 14′ ausgeblaſen, und erſt um 18′, als das Waſſer ſich bis auf 170° abgekühlt

*) Das Thermometer lag horizontal, und der gröſste Theil des Queckſilberbehälters ſammt der Röhre befand ſich auſserhalb des Gefäſses. Als der Queckſilberbehälter ganz in das Waſſer getaucht wurde, zeigte das Thermometer 208°. *N.*

hatte, wieder angesteckt. Um 20′, Temperatur 180°, begann das Rasseln, doch nicht eher, als bevor grosse Gasblasen sich gezeigt hatten; und gleich darauf, bei 204° Wärme, stiegen sie durch die Flüssigkeit herauf, und das Kochen begann mit Strömen oder Fontainen von Blasen, die von besondern Punkten aufstiegen. In diesem Versuche war des Rasselns weit weniger als zuvor.

Aus diesen Versuchen erhellet deutlich, dass die Condensation der Dampfblasen beim Ansteigen durch die kältere Flüssigkeit das Rasseln (*simmering*) des Wassers vorm Kochen verursacht. Im letzten Versuche war das obere Wasser wärmer als das untere, daher konnte das Rasseln nicht eher eintreten, als bis die Dampfblasen wärmer als jenes Wasser waren, und auch dann war das Zusammenfallen der Blasen minder plötzlich und das Geräusch minder laut, als in den andern Versuchen.

III.

Dampf und Rauch, einzeln sichtbar, beide vereint unsichtbar.

Aus einem Briefe von Giddy, *Esq.*, *an* Nicholson.

Clifton, Aug. 6, 1805. *)

— — Folgende Bemerkung ist von mir und andern an einer Dampfmaschine von der Construction des Herrn Trevithick gemacht worden, zu Merthyn Tidwell in Süd-Wales. Herr Trevithick hat diese Maschine bestimmt, Wagen zu bewegen, *(of moving waggons,)* und daher alles so leicht und so wenig unbequem als möglich für die, welche den Versuch anstellen oder als Augenzeugen dabei gegenwärtig seyn wollen, eingerichtet. Der Rauchfang besteht aus gewalztem Eisen, und der Dampf, der aus dieser Maschine, ohne condensirt zu werden, entweicht, wird in dieselbe Röhre geleitet, ungefähr 1 Fuss über die Stelle, wo sie aus dem Kessel abgeht, **) und also mehrere Fuss über dem Feuer und über dem Register.

Es fiel uns bald auf, als die Maschine anfing zu gehen, dass wir weder Rauch noch Dampf aus dem

*) Nicholson's *Journal*, Vol. 12, p. 1. *d. H.*

**) Das heisst wahrscheinlich aus der Röhre, die durch die Dampfkessel hindurch zu gehen pflegt. *d. H.*

Schornsteine heraus kommen sahen. Nur wenn man neue Kohlen aufwarf, zeigte sich ein feines weisses Wölkchen, und das nur auf wenig Zeit; auch wurden wir nirgendwo anders Wassertröpfchen oder Dunst gewahr. Es wurde vorgeschlagen, das Register allmählig zu schliessen; als dieses geschehen war, wurden wir eine Verdichtung des Dampfes in einer kleinen Entfernung vom Schornsteine gewahr, und zuletzt erschien er in solcher Menge, als wenn er aus dem Kessel unmittelbar ausströmte.

Wir kehrten darauf den Versuch um. Der Dampf wurde allmählig immer mehr auf den Kessel eingeschränkt; und nun wurde der Rauch immer sichtlicher, bis er zuletzt in Menge und Aussehen dem ganz gleich kam, welcher gewöhnlich von einem ähnlichen Feuer aufsteigt. So fuhren wir abwechfelnd eine geraume Zeit mit diesen Versuchen fort, und immer war der Erfolg derselbe.

Zuletzt entstand die Frage: ob das Zulassen des Dampfs in den Schornstein auf den Zug Einfluss habe, und in wie weit das der Fall sey. Um hierüber Auskunft zu erhalten, sahen wir alle mit gröſster Aufmerksamkeit in die Feuerstätte, während die Maschine so arbeitete, dass sie in jeder Minute nur wenige Hübe machte. Alle erklärten einstimmig, das Feuer werde jedes Mahl heller, wenn der Dampf in den Rauchfang steigt, indem die Maschine ihren Hub macht.

Zusatz von Nicholson. *)

Bald nachdem mir Herr Giddy diese Beobachtung mitgetheilt hatte, stellte ich meine Versuche über das Rasseln des Wassers, ehe es zum Kochen kömmt, an, und dabei kam ich auf einen Versuch, der über das von ihm beschriebene Phänomen vielleicht einiges Licht verbreiten dürfte.

Ich hatte eine enge Glasröhre durch einen Kork gesteckt, und schob diesen in die Oeffnung der Retorte, in welcher beim ersten Versuche Wasser über der Weingeistlampe kochte. Durch diese engere Oeffnung drang der Dampf als ein sichtbarer Strahl, der ungefähr 1 Fuss lang war, hervor. Wurde aber die Flamme eines Lichts unmittelbar unter die Oeffnung der Röhre gehalten, so wurde der Dampfstrahl gänzlich unsichtbar.

Um zu bestimmen, ob in diesem Falle das Wasser zersetzt, oder ob der Dampf bloss so stark ausgedehnt werde, dass die Luft ihn verschlucke, oder ob der condensirte Dampf nun nur zu dünn sey, um wahrgenommen zu werden, leitete ich den heissen unsichtbaren Strahl durch eine zweite weitere Glasröhre. Der Dampf trat sichtbar und in Menge aus der hintern Oeffnung dieser Glasröhre hervor. Hieraus schliesse ich, dass gar keine oder eine nur sehr unbedeutende Zersetzung des Wassers Statt gehabt haben könne, da es hinreichend war, den sehr heissen Dampf in der weitern Röhre zusammen zu

*) *Eben daselbst*, p. 47. *d. H.*

halten und abzukühlen, um ihn wieder sichtbar zu machen.

Beachten wir aber das Verschwinden des dichten Rauchs in der Beobachtung des Herrn Giddy, so scheinen wir Grund zu haben, zu glauben, daſs der Kohlenstoff in demselben durch den Wasserdampf oxygenirt und in Gas verwandelt worden sey. War das der Fall, so muſsten die Produkte dieser Zersetzung seyn: expandirter und unsichtbarer Dampf, Wasserstoffgas und kohlensaures Gas. *) Wenn man bei einem Versuche dieser Art die entweichenden und elastischen Flüssigkeiten auffängt, so wird sich über das Zulässige oder Unzulässige dieser Vermuthung entscheiden lassen. Ist sie gegründet, so hätten wir hier eine Zersetzung von Wasser und Oxygenation des Kohlenstoffs in einer weit niedrigern Temperatur, als man sie bisher erwarten zu dürfen glaubte.

*) Oder gasförmiges Kohlenstoffoxyd. *d. H.*

IV.

VERSUCHE

mit einem Electromotor eigenthümlicher Art, welche gegen die Theorie Volta's zu streiten scheinen,

von

J. S. C. Schweigger,
Professor der Math. und Physik am Gymnasium zu Baireuth.

— — Nach Volta's Theorie haben die feuchten Schichten in der von ihm erbauten electrischen Säule keine andere Bestimmung, als theils die aufgeregte Electricität fortzuleiten, theils vorzüglich den entgegen gesetzten Contact der Leiter erster Ordnung abzuhalten, der unvermeidlich entstehen würde, wenn wir das folgende Plattenpaar unmittelbar auf das erste legen wollten. Daſs bei dem erwähnten entgegen gesetzten Contacte unmöglich Wirkung erfolgen könne, sucht Volta theils durch Vernunftgründe, theils an seinem Condensator zu zeigen.

Wie nun, wenn sich dennoch eine wirksame galvani'sche Batterie nicht nur denken, sondern auch bauen lieſse, bei welcher entgegen gesetzter Contact Statt findet. Wir wollen uns einen mit Glas belegten und z. B. mit 50 Glasfächern versehenen Trog vorstellen, gleichwie er hier in Fig. †, Taf. VIII, im Durchschnitte gezeichnet ist. *AB*, *CD*, *EF*

u. f. w., ftellen Glaswände vor, die fehr forgfältig einzukitten find, damit zwifchen den verfchiedenen Fächern keine Communication der hinein gegoffenen Flüffigkeit fey.

Man vereinige nun jedes Mahl drei Metallplatten, vermittelft eines Drahtes; (ich bediene mich hierbei viereckiger einzölliger Platten, die durchbohrt find.) Wir wollen *KZK*, (d. h., Kupfer, Zink, Kupfer,) nehmen. Die drei vereinten Platten hänge man über die Wände des Apparats, auf die Art, wie die Figur es darftellt.

Nun ift aber das Kupfer zur Rechten des Zinks, (ich will es mit K' bezeichnen,) mit Z ganz in Berührung, während K mit Z nur vermittelft des Drahtes in Contact ift. Um diefe Ungleichheit aufzuheben, überklebe man K' auf der gegen Z gekehrten Seite mit einem Stückchen Wachstaffet, oder überlackire es auf diefer Seite, (es verfteht fich, mit Ausnahme der obern vom Drahte berührten Stellen,) oder kürzer, man lege einen fchmalen Streifen von Glas oder lackirtem Holze zwifchen K' und Z. Alsdann wird in Abficht des Contactes zwifchen K mit Z und Z mit K' kein Unterfchied wahrzunehmen feyn, in fo fern nämlich beide blofs vermittelft des Drahtes in Verbindung find. *) Nach Volta's Theorie

*) Man fieht, dafs ich gefliffentlich darnach ftrebe, auf beiden Seiten vollkommene Gleichheit in Abficht des Contactes zwifchen den beiden Kupferplatten K und dem Zink zu bewirken, ob dies

müſste nun offenbar die Wirkung des einen Plattenpaars ZK' die des andern KZ, und umgekehrt, aufheben; oder mit andern Worten: Z wird von zwei gleichen, aber entgegen geſetzten Kräften afficirt, und bleibt alſo zugleich mit K und K' im natürlichen Zuſtande.

Mit der gröſsten Sorgfalt erbaute ich dieſen, ganz gegen Volta's Theorie verſtoſsenden, Apparat, goſs Waſſer, vermiſcht mit wenig Schwefelſäure, in die einzelnen Fächer, und — es erfolgte dennoch die bekannte Erſchütterung und Waſſerzerſetzung. *)

Damit man nicht glaube, der Meſſingdraht, womit ich die Platten verband, bringe Täuſchung hervor, (nämlich es werde nur der Contact zur Seite aufgehoben, während der von oben nach unten Meſſingdraht Zink ungehindert fortdauere,) ſo baue man

gleich zu den Schlüſſen, die ich beabſichtige, nicht durchaus nothwendig ſeyn würde, indem, wie Volta gezeigt hat, die electriſche Spannung keinesweges von der Gröſse der Fläche abhängt, in der ſich beide Metalle berühren, und auf das Electrometer dieſelbe Wirkung entſteht, es mögen dieſelben ganz, oder nur an einigen Punkten im Contacte ſeyn. S.

*) Vergleichende Verſuche mit der gewöhnlichen Einrichtung des Becherapparats behalte ich mir vor. Die bisherigen fielen zweideutig aus, in Ermangelung einiger hierbei unentbehrlicher Werkzeuge. S.

den Apparat auf folgende Art, wodurch er zugleich an Zweckmäſsigkeit und Eleganz gewinnt. Man vergolde die Glaswände oben am Rande und drücke die Platten *K* und *Z* an dieſen vergoldeten Rand, über welchen ſie noch hervor ragen. Auch zwiſchen *ZK'* lege man einen ſchmalen vergoldeten Streifen. Ich will den vergoldeten Glasrand und Streifen mit *g* bezeichnen. Man ſieht dieſen Apparat in Figur †† auf Taf. VIII im Durchſchnitte vorgeſtellt. *K* und *Z* ſind durch das vergoldete Glas im metalliſchen Contacte; auf ähnliche Art auch *Z* und *K'*. Demnach wird *Z* ganz auf dieſelbe Art zu beiden Seiten afficirt. Wenn bloſs von dem Contacte der Metalle das Ganze der Wirkung abhinge, ſo könnte man, um in Volta's Sprache zu reden, den electriſchen Strom mit gleicher Befugniſs von *K* nach *Z*, und von *K'* nach *Z* annehmen, d. h., eben ſo gut von der rechten Seite zur linken, als von der linken zur rechten Seite; folglich nach keiner Seite allein; folglich iſt überhaupt kein electriſcher Strom denkbar.

Man gieſse indeſs eine Flüſſigkeit in die einzelnen Fächer. (Ich nahm gewöhnlich Waſſer mit etwas Schwefelſäure vermiſcht, oder auch bloſs Salzwaſſer.) Die Wirkung erfolgt wie vorhin. Lebhaft iſt die Gasentbindung und lebhaft die Erſchütterung. Mehrmahls habe ich dieſen Verſuch, in Gegenwart unbefangener Zeugen, angeſtellt.

Aber was folgt hieraus? Sollen wir nicht annehmen, *daſs bei der voltaiſchen Säule die Fun-*

ction des feuchten Leiters keinesweges in Abhaltung des entgegen gesetzten Contactes bestehe, da wir nun wirksame galvanische Batterieen haben mit entgegen gesetztem Contacte?

Diesen Satz der Prüfung der Physiker vorzulegen, ist die Absicht meines Briefes.

Mir scheint es, dass man bei dem beschriebenen Versuche sich genöthigt sieht, entweder

1. zu behaupten, dass Zink aus den beiden nebenliegenden Kupferplatten Electricität an sich ziehe, was jedoch Volta's Theorie und Versuchen am Condensator widerspricht. Denn in diesem Falle müsste, wenn *C* den von Kupfer oder Messing gearbeiteten Deckel des Condensators bezeichnet, und nun *CZK* zusammen kommen, offenbar so wohl *C* als *K* negativ werden, statt dass in diesem Falle die Wirkung vielmehr ganz aufgehoben wird und *C* am Electrometer keine wahrnehmbare Spur von Electricität zeigt. — Oder man muss, was uns sonach allein übrig bleibt,

2. annehmen, dass der feuchte Leiter in der voltaischen Säule eine höhere Rolle spiele, als ihm, nach der Theorie ihres grossen Erfinders, zugetheilt wird.

Eine Einwendung ist noch zu beseitigen. Man könnte nämlich sagen, die Wirkung des Contactes zwischen *KZ* sey durch das auf die andere Seite gelegte *K'* vielleicht nicht ganz aufgehoben worden; es sey also die Kraft des erwähnten Apparats dem

Rückstande in einer schon entladenen kleistischen Flasche analog.

So lange der Satz fest steht, dass durch den Contact der Leiter erster Ordnung Electricität aufgeregt werde, (welcher mir wenigstens schon aus theoretischen Gründen sehr wahrscheinlich seyn würde, auch wenn hierüber nicht die mit so vielem Scharfsinne ausgedachten, mit so vieler Sorgfalt angestellten Versuche eines Volta vorhanden wären,) so lange ist auch der Satz nicht zu läugnen, dass durch den entgegen gesetzten Contact die Electricität in gewissen Fällen nur zum Theil aufgehoben werden könne. Nur in dem vorliegenden Falle ist letzteres nicht annehmbar. Denn

1. die Wirkung des eben beschriebenen Apparats ist zu stark, als dass man sie bloss von einem zufällig gebliebenen Reste der Electricität ableiten könnte.

2. Geflissentlich strebte ich dahin, dass in Absicht auf den Contact des Kupfers mit dem Zinke zu beiden Seiten durchaus kein Unterschied wahrzunehmen sey. Wurde aber, könnte man einwenden, nicht dadurch Irrthum veranlasst, dass *K* unmittelbar am Glase anlag, *K'* aber frei im Wasser schwebte, folglich letzteres vielleicht mehr als ersteres sich verkalkte, und sonach eine Säule aus Kupferplatten, die in ihrer Oxydation verschieden waren, entstand? Jedoch, der Versuch gelingt eben so gut, wenn auch *K* durch einen eingeschobenen vergoldeten Streifen vom Glase getrennt und eben so frei wie *K'* vom

Waſſer umſpielt wird, was wohl ohnehin ſich verſteht.

3. Doch einmahl angenommen die höchſt unwahrſcheinliche, durch das Bisherige ſchon als unſtatthaft dargeſtellte, Hypotheſe, daſs in den Lagen *KZK'* jedes *K* ſtärker als *K'*, oder jedes *K'* ſtärker als *K* gegen *Z* impellire, *) daſs alſo der Impuls der einen Kupferplatte gänzlich aufgehoben werde, ſonach dieſe Platte bloſs als Leiter diene, die Säule aber lediglich mit der Differenz beider entgegen ſtrebenden Kräfte wirke, — dies für einige Augenblicke angenommen: was folgt aus dieſer Vorausſetzung? Offenbar, daſs eben dieſe *K* und *K'*, allein zuſammen gelegt, mit einer Kraft gegen einander impelliren werden, die der Differenz ihrer Wirkung auf *Z* gleich iſt, **) folglich der vorhin beſchriebene Apparat, auch nach Hinwegnahme der *Z*, wenn bloſs die homogenen Metalle im Contacte ſind, ſeine Wirkſamkeit dennoch behalten müſſe.

*) Wer ſieht nicht, daſs ſchon dadurch dieſe Hypotheſe vernichtet wird, daſs wir eben ſo viel Urſache haben, dem *K*, als dem *K'* die ſtärkere Wirkung beizulegen, alſo eben ſo viel Grund, den Plus- oder Minuspol der Säule auf der einen, als auf der andern Seite anzunehmen? *S.*

**) Vergl. Ritter's vortreffliche Abhandlung: „Neue Verſuche und Bemerkungen über den Galvanismus", in den Annalen 1804, St. 3, S. 298. *S.*

Ich brauche nicht erst zu sagen, daſs dies keinesweges der Fall ist.

Aber sehr viel Lust hätte ich, hier noch manches beizufügen von den keinesweges analogen Erscheinungen, wenn man in dem Apparate *ZKZ* statt *KZK* nimmt, und zugleich die Grundsätze zu entwickeln, welche mich auf die erwähnten Versuche geleitet und mich in den Stand gesetzt haben, den Erfolg derselben viele Monate zuvor mehrern Freunden mit Gewiſsheit vorher zu sagen, ehe ich mir den Apparat zur Anstellung derselben hatte verfertigen lassen. Bloſs der Kürze wegen habe ich die Thatsache sogleich vorgelegt, ohne irgend eine Speculation einzumischen. Denn es scheint mir nöthig, abzuwarten, ob Sie dem Bisherigen Ihren Beifall geben, ehe ich längere Briefe schreibe. — —

V.

THEORIE

der chemischen Anziehung der Körper,

von

J. F. C. Wuttig

in Freiberg.

Durch eine Unterfuchung über Licht und Wärme wurde ich auch auf die Betrachtung des noch fo unvollkommen erkannten Verbrennungsprozeffes, (für welchen wir in der That einer zwanglofen Theorie mehr bedürfen, als neue Syfteme der Phyfik, u. f. w.,) geleitet. Ich fah fehr bald ein, wie fchwierig es fey, diefes Phänomen für fich, ohne Verbindung mit andern, zu betrachten; überzeugte mich durch wiederhohlte Beobachtungen, dafs diefes, und andere beinahe noch weniger erklärbare Phänomene auf gemeinfchaftlichen Principien beruhen müfsten; und fand fo, was mir das Natürlichfte zu feyn fchien.

Ich fühle jedoch nur zu gut, dafs die Frucht noch nicht völlig zur Reife gediehen ift; indeffen reifen auch manche Früchte erft dann, wenn fie gepflückt find. Ich wünfche daher folgende Theorie der Attraction der Körper einer ftrengen Prüfung unterworfen zu fehen.

A.

Licht und Wärme gehen in einander über.

Anmerkung 1. Dieſer Satz kann hier nicht vollkommen aus einander geſetzt werden.

Anmerkung 2. Wir reden hier immer von der Erſcheinung des Lichts und der Wärme, und nicht von der Urſache derſelben, wenn letzteres nicht ausdrücklich bemerkt wird.

Anmerkung 3. Wir werden immer von Licht und Wärme zugleich ſprechen, und nur das Uebergewicht des einen oder des andern verſtehen, wenn wir nur eins nennen.

Erläuterung. Man denke ſich zwei Punkte, einen leuchtenden und einen wärmenden, in gewiſſer Entfernung von einander; das Licht des leuchtenden Punktes wird nach allen Dimenſionen mit der Zunahme der Quadrate der Entfernungen abnehmen, ſo wie die Wärme des wärmenden Punktes. Wenn man nun eine Linie von einem Punkte zum andern zieht, ſo werden im Mittelpunkte derſelben Licht und Wärme von gleicher Intenſität ſeyn, hingegen wird nach den Endpunkten zu das eine oder das andere prädominiren.

Dieſe Linie kann nun vom leuchtenden ſo wohl als vom wärmenden Punkte aus, in ſo fern dieſe gegebenen Punkte in dem Unendlichen die endliche Gränze beſtimmen, durch Auseinanderrückung der Punkte, in gerader Richtung ins Unendliche verlängert werden; und durch die unendliche Wieder-

hohlung

hohlung der Lage dieſer beiden Punkte ſind auch alle mögliche Lagen der Linie gegeben.

Anmerkung. Mit dieſer Vorſtellung iſt nicht geſagt, daſs Licht und Wärme aus dem vollkommen getrennten in den vollkommen ungetheilten Zuſtand gegangen ſeyn; ſondern es iſt dadurch bloſs angezeigt worden der relative Gegenſatz zwiſchen beiden, ſo wie die Möglichkeit eines geſtörten Gleichgewichts, eines Uebergewichts des einen vor dem andern.

B.

Licht und Wärme ſind zugleich und ungetrennt.

Erläuterung. Eins kann nicht ohne das andere, iſolirt, dargeſtellt werden, (ſo leicht dies auch manchem ſcheinen mag;) es kann alſo auch nicht eins Modification des andern ſeyn, ſo wenig die Urſache beider verſchieden ſeyn kann.

Anmerkung. Der Beweis kann hier nicht völlig entwickelt werden.

Beweis. Wenn man bei einem ſtarken Feuer eine Glasſcheibe vor ſich hält, (es verſteht ſich, zwiſchen ſich ſelbſt und das Feuer,) ſo wird man anfänglich mehr Wärme empfinden, als wenn man eine Metallplatte anwendet, bis beide Körper erwärmt ſind, dann verhält es ſich umgekehrt. Eben ſo wie das Glas das Licht leicht durchläſst, eben ſo auch die Wärme; und ſo wie ſich die Wärme in den Körpern verbreitet, ſo auch das Licht.

Anmerkung. Auch dürfte hier auf Herschel's Verſuche, welche das Daſeyn unſichtbarer Lichtſtrahlen anerkennen lehren, Rückſicht genommen werden können.

Zuſatz. Es kann weder ein abſoluter Mangel an Licht, noch ein abſoluter Mangel an Wärme Statt finden.

Erläuterung. Wenn wir das Licht, ſo wie wir die Wärme in den Körpern durchs Gefühl wahrnehmen, durchs Geſicht wahrnehmen ſollten, ſo müſsten alle Körper durchſichtig ſeyn. Wenn wir es aber gar nicht wahrnähmen, ſo wären uns alle Körper unſichtbar. Wenn die die Körper umgebende Luft verfinſtert iſt, ſo ergiebt ſich daraus nicht die völlige Abweſenheit des Lichts.

Beweis. Wenn ein von der Sonne erleuchtetes Zimmer ſchnell verfinſtert wird, ſo zeigen die ſich darin befindlichen Körper, wenn ſie bewegt werden, Lichterſcheinung, u. ſ. w.

C.

Licht und Wärme wirken allenthalben, wo ſie wirken, gemeinſchaftlich.

Beweis. Dieſer ergiebt ſich aus der abſoluten Abhängigkeit des einen von dem andern.

Zuſatz. Doch wirken Licht und Wärme nicht immer in gleichem Verhältniſſe.

D.

Licht und Wärme ſind bloſs Mittel der Effekte, welche ſie hervor bringen.

Beweis. Sie gehen nicht ſelbſt Verbindungen mit Körpern ein. Wollte man dies aber zugeſtehen, ſo müſste die Materialität des Lichts und der Wärme erwieſen werden. Dieſe iſt aber offenbar unerweisbar, und kann ſonach nicht angenommen werden.

Anmerkung. Der Beweis kann nur an einem andern Orte, (durch Verſuche,) in anderm Zuſammenhange, vollſtändig geführt werden.

E.

Die Anziehungen der Körper, ſo wohl im Allgemeinen als Beſondern, hängen von dem gemeinſchaftlichen Einfluſſe des Lichtes und der Wärme ab.

Anmerkung 1. Dies gilt auch von den Repulſionen; allein hier haben wir es bloſs mit den Anziehungen zu thun.

Anmerkung 2. Das Wort: *Verwandtſchaft,* können wir hier nicht ſtatt des Wortes: *Anziehung,* gebrauchen, weil es einen zu beſchränkten Sinn hat.

Beweis. Der Grund der Cohärenz der Körper, der ſie fähig macht, ſich zu verbinden, wird denſelben durch Einwirkung des Lichtes und der Wärme ertheilt, welches ſich durch eine Menge von Verſuchen beweiſen läſst.

Anmerkung. Electricität und Magnetismus ſcheinen ebenfalls Reſultate dieſer Urſache zu ſeyn, (dies kann aber hier nicht bewieſen werden;) und wenn erſtere mit der chemiſchen Anziehung iden-

tisch seyn sollte, so müssen diese auch aus demselben Gesichtspunkte betrachtet werden.

Allgemeine Anmerkung. Alle diese Sätze von *A* bis *E* lassen sich sehr weit ausdehnen, und durch allgemein bekannte Versuche sehr befriedigend beweisen; allein hier gestattet es weder Raum noch Zweck, so weit einzugehen. Ich werde daher alles dies an einem andern Orte, in anderm Zusammenhange, weiter ausführen.

F.

Die Anziehungen der Körper lassen sich im Allgemeinen auf zwei reduciren; nämlich auf

a. Anziehung mit Produkt, und

b. Anziehung ohne Produkt.

Erstere heisst *Verbrennung*, und letztere *Streben (Tendenz) zur Verbrennung.*

Mit Produkt ist die Anziehung,

a. wenn von zwei oder mehrern sich entgegen gesetzten Körpern einer die Cohäsion des andern überwältigen kann; oder

b. beide in bestimmtem Grade flüssig sind.

Ohne Produkt ist die Anziehung, wenn von zwei entgegen gesetzten Körpern der eine die Cohäsion des andern nicht überwältigen kann.

Anmerkung. Wenn Körper, welche fähig sind, entgegen gesetzt zu wirken, zu viel Cohärenz haben, d. i., starr, oder zu wenig, d. i., permanent elastisch sind, so hat zwischen ihnen gar keine An-

ziehung Statt. Dieser Zustand kann sonach hier nicht aufgeführt werden.

G.

Die Anziehung mit Produkt, d. i., die Verbrennung, läßt sich in dreierlei Arten abtheilen. In

a. Dunkle Verbrennung.

Diese geht ohne sichtbares Licht vor sich.

b. Glimmende Verbrennung.

Bei dieser ist entweder

α. sichtbares Licht und Wärme in gleichen Verhältnissen gegenwärtig, oder

β. das sichtbare Licht überwiegt.

c. Flammende Verbrennung.

Bei dieser wirkt die Wärme alle Mahl mit prädominirendem Lichte.

H.

Die Anziehung mit Produkt, die Verbrennung, beruht, (so wie die Anziehung ohne Produkt,) *auf der Zuleitung des Lichts und der Wärme, von den verbrennenden umgebenden Körpern;* diese Zuleitung ist entweder

a. klein,

b. groſs, oder

c. sehr groſs.

Anmerkung. Wenn wir von Zuleitung reden, so verstehen wir alle Mahl diese des Lichts und der Wärme; wir überheben uns daher der Umschreibungen.

Zuſatz 1. Da mit der Einwirkung des Lichts und der Wärme auch zugleich die Entgegengeſetztheit der Körper gegeben iſt; ſo iſt es auch denkbar, daſs bei der Anziehung dieſer Körper, (wenn ihre Entgegengeſetztheit nicht ſtark genug iſt, ſich zu verbinden,) der Fortgang dieſer Einwirkung Statt haben, d. i., Licht und Wärme ſo die Anziehung weiter unter ihnen begünſtigen müſſe.

Zuſatz 2. Wir haben alſo gar nicht nöthig, ja, wir ſind nicht berechtigt, Licht und Wärme weder in die verbrennlichen Körper ſelbſt, noch in das Sauerſtoffgas zu ſetzen.

Anmerkung. Es iſt ganz eigen, daſs man bisher gar keine Rückſicht auf die *Beendigung* des Verbrennungsprozeſſes genommen hat, da dieſe doch eben ſo wohl verdient, beachtet zu werden, als der *Anfang.* Wir wollen ihr daher ein wenig Aufmerkſamkeit ſchenken.

Wenn z. B. ein dunkles Zimmer durch eine Menge hell brennender Fackeln erleuchtet iſt, und dieſe durch einen Windſtoſs alle ſchnell verlöſcht werden; wo kommen da Licht und Wärme hin? —

Wenn wir das Licht als modificirten Wärmeſtoff betrachten, der aus dem Sauerſtoffgas hervor geht, ſo müſſen wir annehmen, daſs das Licht mit äuſserſt ſchneller Bewegung, und zwar auf entgegen geſetzte Weiſe, umgekehrt als modificirtes Licht, (?) d. i., als Wärme, wieder in den Sauerſtoff zurück kehrt.

Wenn wir Licht und Wärme zugleich in das Sauerstoffgas setzen, so nehmen wir an, dass diese beim Verlöschen der Flamme sogleich wieder zurück in einige Verbindung mit dem Sauerstoffe treten.

Wenn wir das Licht in die verbrennlichen Körper selbst setzen, so sind wir genöthigt, anzunehmen, dass die verloschenen Flammen an andere brennliche Körper, die noch nicht mit Licht gesättigt (?) waren, treten.

Aber wie wird man auf Ein Mahl in Verlegenheit gesetzt, wenn man bedenkt, dass die Flammen auch in irrespirabeln Gasarten, wo an keine Gegenwart des Sauerstoffs zu denken ist, verlöschen! wie wird man in Verlegenheit gesetzt, wenn man sieht, dass auch da das Verlöschen vor sich geht, wo keine verbrennlichen, sondern nur verbrannte Körper gegenwärtig sind! — Müsste man diese Ansichten noch nicht zugeben, dass die (aus dem Sauerstoffgas oder aus den verbrennlichen Körpern) ausgeschiedene Flamme nie verlöschen könnte, wenn sie nicht andere Körper sind, mit welchen sie sich verbinden könnte?

Man sieht hieraus, dass man, nur aufs äusserste getrieben, jene Erklärungen annehmen könne; und Thomas Thomson *) hat Recht, wenn er sagt: „Lavoisier *has indeed succeeded comple-*

*) *System of chemistry; the first edition*, pag. 358, Vol. 1.

tely in establishing one very important step; namely that during combustion oxygen always combines with the burning body. But another step must be made, before we can explain why caloric and light are emitted during combinations in which oxygen is concerned, and scarcely ever during other combinations. Till the step be made, the theory of combustion must be considered as imperfect.“

Das Verlöschen der Flamme geschieht, wenn die Anziehung zwischen je zwei Körpern vollendet ist; und dieses Verlöschen ist nach unsrer Abweichung gleichsam eine Reflexion, ein Zerstreuen der Flamme, welche sich wiederum mit den umgebenden Körpern ins Gleichgewicht setzt, ohne sich chemisch damit zu verbinden.

I.

Bei der Anziehung mit Produkt, d. i., bei der Verbrennung im Allgemeinen, finden dreierlei besondere Anziehungen Statt:

a. *sehr starke*, (bei der dunkeln V.,)
b. *starke*, (bei der glimmenden V.,)
c. *schwache*, (bei der flammenden V.)

Bei der ersten ist die Zuleitung

1. *klein*, und zwar
   α. geringe,
   β. unmerklich, oder
   γ. negativ.

Bei der zweiten ist die Zuleitung

2. *groſs*, und zwar

α. leuchtend, oder

β. glühend.

Bei der dritten ist die Zuleitung

3. *sehr gross*, und zwar

α. hell flammend, oder

β. dunkel flammend.

Betrachtung der besondern Anziehungen bei der Verbrennung.

A. Dunkle Verbrennung.

a. Sehr starke Anziehung.

1. *Kleine Zuleitung*, und zwar

α. Geringe.

Findet Statt bei den meisten Verbindungen der Säuren mit salzfähigen Grundlagen, z. B. bei den Verbindungen der Schwefelsäure, der Salpetersäure, u. s. w., mit Kalien, Metalloxyden, u. s. w.; bei der Verbindung der genannten u. m. Säuren mit Wasser, mit vegetabilischen Substanzen, (z. B. Indig, u. s. w.;) bei der Respiration warmblütiger Thiere, u. s. w.

Anmerkung 1. Es versteht sich von selbst, dass hier bloss von kohlensäurefreien salzfähigen Basen, so wie bloss von den Säuren, welche in dem concentrirtesten Zustande sind, die Rede seyn kann, da widrigen Falls die Resultate nicht entsprechend ausfallen können.

Anmerkung 2. Die Respiration ist auch als Verbrennungsprozess zu betrachten; und der Grad

der Zuleitung bestimmt den Grad der *thierischen Wärme.*

β. Unmerkliche.

Diese hat Statt z. B. bei der durch Schwefelalkalien (in flüssigem Zustande) bewirkten Absorption des Sauerstoffgas; bei den Verbindungen verdünnter Säuren mit verdünnten Basen; bei der Respiration kaltblütiger Thiere; u. s. w.

γ. Negative.

Diese zeigt sich bei den meisten Auflösungen der Salze in Wasser, z. B. bei der des schwefelsauern Natrons, des salzsauern Ammoniaks, u. s. w.; bei mehrern Salzgemischen, (welche künstliche Kitte hervor bringen;) u. s. w.

B. *Glimmende Verbrennung.*

b. Starke Anziehung.

2. *Grosse Zuleitung*, und zwar

α. Leuchtende.

Hierher gehören das Leuchten beim Löschen des gebrannten Kalks, das Leuchten des Phosphors, der Leuchtsteine, das Leuchten der Mollusken, Medusen, Pholaden, Skolopendern, u. s. w.; das Phosphoresciren mehrerer Fossilien, z. B. des Steinmarks vom Harze, des Leutrits *(Lenz)*, der Flussspäle, u. d. m.

Anmerkung 1. Beim Löschen des gebrannten Kalks wird Sauerstoff absorbirt, also u. s. w.

Anmerkung 2. Das Leuchten mehrerer Thiere rührt entweder von der Respiration oder von ei-

nem andern vor ſich gehenden Oxydationsprozeſſe her. Dies wird noch mehr dadurch beſtätigt, daſs dieſes Leuchten mit dem Grade der Fäulniſs derſelben im umgekehrten Verhältniſſe ſteht, u. ſ. w. Wir können alſo das Licht nicht mit *Hulme* als wirklichen Beſtandtheil dieſer Thiere betrachten, der nach dem Tode derſelben ausgeſchieden werde.

Anmerkung 3. Daſs wir die Phosphoreſcenz der Foſſilien mit unter die Verbrennungen rechnen, geſchieht deſshalb, weil wir wirklich an manchen derſelben äuſsere Veränderungen wahrnehmen, die auf innere ſchlieſsen laſſen. So wird z. B. die Farbe des violblauen Fluſsſpaths in Grün umgeändert, u. ſ. w.

β. Glühende.

Dieſe findet Statt bei der Verbindung der unvollkommenen Schwefelſäure mit gebrannter Talkerde, beim Glühen des Pyrophors, beim Glühen der Maſſen aus Metallen und Schwefel, beim Funkenſchlagen des Stahls am Steine, u. ſ. w.

C. *Flammende Verbrennung.*

c. *Schwache Anziehung.*

3. *Sehr groſse Zuleitung*, und zwar

α. Hell flammende.

Dieſe ereignet ſich z. B. bei der Entzündung einer Stahlfeder in Sauerſtoffgas, und bei den meiſten Verbrennungen in reinem Sauerſtoffgas.

β. Dunkel flammende.

Dieſe zeigt ſich bei allen mitgetheilten Entzündungen in atmoſphäriſcher Luft; ferner bei der (zum

Ausbruche der Flamme) fortgeſetzten Friction brennlicher Körper; bei dem Uebergieſsen ätheriſcher Oehle, z. B. des Nelkenöhls, Bernſteinöhls, u. d., mit Salpeterſäure, u. ſ. w.

Anmerkung. Es ergiebt ſich aus unſrer Anſicht, daſs die *glimmende* und *flammende Verbrennung* nicht durch den Zutritt des Sauerſtoffgas bedingt iſt, ſondern daſs der Zutritt dieſes Stoffes nur in ſo fern nöthig iſt, als er von den verbrennenden Körpern angezogen wird, d. i., mit in das Produkt eingeht.

Es iſt dieſem zufolge erklärbar und ohne alle Paradoxie, daſs der Phosphor im Stickgas leuchten könne, (denn es findet ja Anziehung mit Produkt Statt, — der Phosphor wird vom Stickgas aufgelöſt,) daſs die Entzündung ätheriſcher Oehle durch Salpeterſäure in irreſpirabeln Gasarten vor ſich gehen könne, (denn es hat ja auch hier Verbindung Statt,) u. d. m.

Wie gekünſtelt iſt es nicht, wenn man z. B. hier den Sauerſtoff der Salpeterſäure in einem dichtern Zuſtande in die ätheriſchen Oehle übergegangen, und dadurch den Wärmeſtoff durch ſchnelle Bewegung als Licht ausgeſchieden wiſſen will, (von welcher Veränderung man eigentlich gar keinen Begriff hat,) u. d. m.!

Iſt es nicht weit natürlicher, weit einfacher, eine Zuleitung von Licht und Wärme hier zu ſtatuiren, da uns alle Erſcheinungen gleichſam dazu nö-

thigen; und da wir offenbar sehen, daſs kein Körper für Licht und Wärme undurchdringlich ist?

Ich könnte eine Menge Beispiele aufführen, die es zeigen würden, wie unsicher es ist, daſs wir Licht und Wärme wie andere Stoffe in der Chemie behandeln, — die es zeigen würden, wie wohl der Chemie geschähe, wenn sie sich von beiden (relative) lossagte, (da sie davon nicht viel mehr bedarf als der Electricität, u. s. w.,) und sie der Physik überlieſs!

K.

Die Anziehung mit Produkt, d. i., die Verbrennung im Allgemeinen, ist vorüber, wenn die besondere Anziehung aufhört, und sonach das Produkt vollendet ist.

Zusatz. Es setzen sich nun Licht und Wärme, welche während der Anziehung zugeleitet worden, wieder mit den umgebenden Körpern ins Gleichgewicht;

Bei der *dunkeln Verbrennung*

a. entgeht entweder Wärme,

b. entgeht keine Wärme, oder

c. tritt solche dazu.

Bei der *glimmenden Verbrennung*

a. entgeht entweder Licht, oder

b. Licht und Wärme zugleich.

Bei der *flammenden Verbrennung*

entgeht Wärme mit prädominirendem Lichte, (die Flamme wird gleichsam reflectirt und zerstreut.)

L.

Die Anziehungen im Besondern sind, (bei der allgemeinen Anziehung mit Produkt,) *zwischen je zwei Körpern, nach dem Sättigungspunkte zu, immer schwächer und die Zuleitung ist immer stärker.*

Zusatz. Es ergiebt sich daraus, dass die stärkere oder schwächere Zuleitung auch mit von dem Massenverhältnisse der Körper gegen einander abhänge.

Beweis 1. Wenn man z. B. einer Säure erst eine kleine Quantität eines Kali zusetzt, so ist die Säure in überwiegender Activität; setzt man derselben eine gleiche Menge zu, (d. i., so viel als zur vollkommenen Neutralität erforderlich ist,) so ziehen sich beide gleichmäßig an; setzt man der Säure eine größere Quantität Kali zu, so prädominirt letzteres. Im erstern und letztern Falle ist hier die Anziehung stärker und die Zuleitung schwächer, als im mittlern Falle.

Beweis 2. Wenn ein warmblütiges Thier bloss Sauerstoffgas einathmet, so wird das Produkt, (welches beim Athemhohlen in atmosphärischer Luft immer nur zum Theil vollendet wird,) völlig erreicht; die Zuleitung ist stärker als in atmosphärischer Luft, weshalb die thierische Wärme erhöht wird; das Thier muss bald sterben, weil die Oxydation des Blutes zu weit geht.

Anmerkung. Dieser Satz ließe sich sehr weit extendiren; allein wir müßten zu weit in die chemische Affinitätslehre eingehen, welches hier gegen unsern Zweck ist.

M.

Die Anziehung ohne Produkt, d. i., die Tendenz zur Verbrennung, involvirt zweierlei besondere Anziehungen:

a. eine *starke*, und

b. eine *schwache*.

Erstere zeigt sich bei der Adhärenz der Körper an einander; die Zuleitung ist dabei *klein*, und zwar entweder

α. geringe oder

β. unmerklich.

Letztere giebt sich bei der Friction der Körper u. s. w. zu erkennen, (so wie bei mitgetheilter Erwärmung brennender Körper;) hier ist die Zuleitung entweder

a. klein, und zwar geringe, oder

b. groſs, und zwar glühend.

Klein ist die Zuleitung bei der Bearbeitung der Metalle, z. B. beim Bohren der Kanonen, u. s. w. *Groſs* kann die Zuleitung werden z. B. beim Hämmern der Metalle, u. s. w.

Anmerkung 1. Wir haben hier das durch Friction bewirkte Glühen unter die allgemeine Anziehung ohne Produkt gesetzt, da man wirklich bei manchen also behandelten Körpern keine Oxydationswirkung wahrnehmen kann.

Anmerkung 2. Wem der Ausdruck: *Streben zur Verbrennung*, bei der Adhäsion der Körper barbarisch vorkommen sollte, kann auch sagen: *Stre-*

ben zur Verbindung; doch geht dies bei gemeinſchaftlicher Betrachtung nicht wohl an.

N.

Die Verſchiedenheit der allgemeinen und beſondern Anziehungen der Körper hängt von der Verſchiedenheit der Körper ab.

Zuſatz. Je mehr ſich Körper entgegen geſetzt ſind, deſto ſtärker ziehen ſie ſich an, und umgekehrt.

Beweis. Bei der *Anziehung mit Produkt* ſehen wir, daſs bei den Körpern, welche ſchwach gegen einander gravitiren, alſo ſich in geringem Grade entgegen geſetzt ſind, die Zuleitung, in Vergleich mit denen, welche ſich ſtark anziehen, weit gröſser iſt. So ſind z. B. Säure und Kali ſich mehr entgegen geſetzt als Sauerſtoff und Waſſerſtoff, u. ſ. w.

Anmerkung 1. Das gröſsere oder kleinere Maſſenverhältniſs kann nur ein Mehr und Minder beſtimmen.

Anmerkung 2. Bei der *Anziehung ohne Produkt*, d. i., beim Streben zur Verbrennung, können wir dies nicht genau wahrnehmen, weil wir mit der entgegen geſetzten Natur aller Körper nicht genau genug bekannt ſind.

VI

VI.

BESCHREIBUNG
der Höhle de la Berquilla *bei Caravaca in der Provinz Murcia,*

von

D. Juan Sanchez Cisneros. *)

Die Berquillahöhle liegt im Gebiete von Caravaca in der Provinz Murçia, eine Meile weſtlich von der Stadt Caravaca auf einem Berge. Ihr Eingang iſt an der Südſeite in der Kluft eines ungeheuern Felſen von Kalkſtein. Vor dieſem Eingange iſt ein freier Platz; zwei Oeffnungen neben einander führen zur Höhle durch einen kleinen fünf Fuſs hohen und mehr als zwölf Fuſs breiten Gang, der bald ſo niedrig wird, daſs man kriechen muſs. Durch ihn gelangt man zu einem ſchönen geräumigen Zimmer, in deſſen Mitte eine groſse Säule ſteht, an welche man die Leitfäden befeſtigt; von hier an findet man Kryſtalliſationen am Boden und an andern Stellen. Nachdem man eine Strecke weiter gegangen iſt, ſteigt man gebückt zu den erſten Seitenabtheilungen hinunter. Um die, welche ſich rechter Hand befinden, zu beſehen, muſs man noch etwa zehn Klafter über einen Felſen von der Art, wie

*) *Annales de ciencias naturales*, Madrid, Junio 1803, t. 6, p. 177. *d. H.*

hier alle find, hinab gehen. Da fieht man viele Säle und Gemächer von grofser Länge, die auf einander folgen. Indem man immer rechts weiter hinab fteigt, kömmt man durch viele andere Zimmer, deren Ende man nicht erblickt: ich vermuthe, dafs fie viele Klafter unter der Fläche des Thals liegen, über welches fich der Berg erhebt, und dafs fie alfo 350 bis 400 Toifen tief find. Eben fo die Nebenhöhlen linker Hand; im erften Zimmer findet man eine Vertiefung, drei Palmen lang und zwei Palmen breit, die voll Waffer ift, das von dem Gewölbe tröpfelt und deffen Tiefe man noch nicht beftimmen kann. Vor diefem giebt es noch andere Behälter, die man das erfte Waffer nennt. Bis an diefe find viele ohne Licht gegangen, welches für einen grofsen Beweis von Muth gilt, da ein wenig weiter hinab auch die Verwegenften umkehren.

Da fich hier die Reihe der Zimmer in der Länge nicht weiter erftreckt, mufs man bis an den Eingang zurück kehren, um in die Abtheilung linker Hand zu gehen, wo man wieder neue Zimmer und geräumige Gänge fieht, die in einer Strecke von zwei taufend *Varen* mit einander abwechfeln; fo weit ging ich ungefähr, weil ich einen Bach fuchte, den man wollte gefehen haben, den ich aber nirgends fand. An mehrern Stellen ftutzt der Muthigfte vor den fonderbaren Erfcheinungen, die fich als Verzierungen an den Wänden zeigen, die fchönen aus der Oberfläche infelförmig hervor ragenden Erhöhungen, die Sopha's und Sitze von weifsem Mar-

mor mit gelben Flecken bilden, welche ſich regelmäſsig durch und über die Wände verbreiten; die ſeltſamen Tropfſteingebilde, welche die Decke oder das Gewölbe in den verſchiedenſten Geſtaltungen bekleiden; Reliefs, Säulen von allen Ordnungen, Laubverzierungen des Pflaſters, die aus Silberdraht gewebt ſcheinen; — von allen dieſen Dingen kann man ſchwerlich dem, der ſie nicht ſelbſt geſehen hat, eine anſchauliche Beſchreibung geben.

In einigen prachtvollen Sälen bemerkt man eine Art Tiſche, um welche fremde Geſtalten ſtehn, die auf den erſten Blick der Einbildungskraft wie Mönche mit ihren herab hängenden Haaren erſcheinen; in andern ſieht man eine unendliche Menge ſeltſam geſtalteter Körper, wovor der Entſchloſſenſte anfangs erſchrecken muſs. Die ganze Höhle iſt voll koſtbarer Alabaſterſäulen; ſie hat ſich daher an manchen Stellen ſehr verengt, und eine ungeheure Felsmaſſe gebildet, die es mir wahrſcheinlich macht, daſs ſie ſich immer mehr verſperren und endlich ganz unzugänglich werden wird.

Den Boden, ſo wie die Wände, bekleidet eine Menge von Stalaktitenlagen, die ſich mit der Zeit ſo innig vereinigt und verdichtet haben, daſs ſie nun eine unermeſsliche Quantität Marmor von allerlei Farben ausmachen; die gemeinſte Art deſſelben iſt durchſichtig und wachsgelb, obwohl man auch weiſsen mit Alabaſterfragmenten vermiſcht findet, wovon ich unter den Nummern 26 und 32 Exemplare in meiner Sammlung habe.

Das Waſſer, das ſich auf dem Berge, wo die Höhle iſt, ſammelt, iſt mit ſehr feinen Kalktheilchen geſchwängert, und zeigt ſich, wenn es durch den Boden geſintert, in kryſtallenen Tröpfchen an der Wölbung. Hier bleibt es durch Attraction an der Erde hängen; ein Theil deſſelben verdunſtet und bildet eine dünne Rinde, worauf ſich alsdann die eines zweiten Tropfens anſetzt, und ſo vergröſsert ſie ſich allmählig durch concentriſche Schalen nach allen Dimenſionen, bis endlich der Durchgang der Flüſſigkeit gänzlich verſperrt wird. Gewöhnlich entſtehn auf dieſe Art umgekehrte Kegel mit ſehr ſcharfen Spitzen, die wie Orgelpfeifen ausſehn: wenn ſie indeſs bei ihrem Anwuchſe auf andere Körper oder Hinderniſſe ſtoſsen, nehmen ſie deren Formen an; daher die mannigfaltigen Naturſpiele, die man in ihren Geſtaltungen wahrnimmt. Die wenigſten dieſer Kegel hören auf zu wachſen; die meiſten verlängern ſich bis auf den Boden herab, mit dem ſich viele vereinigen, und endlich ungeheure Säulen bilden, die inwendig immer eine kleine Höhlung behalten, der ſie ihre Entſtehung verdanken. An einigen Stellen, wo mich der Durſt überfiel, zerbrach ich eine dieſer Röhren, und ſogleich floſs ein Waſſerſtrom heraus, der mit ihrer Dicke im Verhältniſs ſtand. Die genaue Beobachtung dieſer Naturſpiele unterhielt mich mehrere Stunden ſehr angenehm; ich ſah Stücke, die Weintrauben glichen und nahe an 25 Pfund wiegen mochten, Maisähren, groſse Blumen, menſchenähnliche Figuren und an-

dere mahlerische Gruppen, die sich an der Wölbung und den Wänden verbreiten und Wunderwerke her-vor bringen, welche den Beobachter bezaubern.

Da das Licht auf keinem Wege in diesen unterirdischen Aufenthalt dringen kann, muss man welches mitnehmen; doch muss man darauf sehen, dass es nicht zu viel Rauch giebt, welcher die Höhle bald anfüllen und also gefährlich werden kann.

Die Temperatur war 2° geringer, als die, welche die meteorologischen Instrumente vor der Höhle anzeigten, und blieb beständig während der Untersuchung dieselbe.

An keiner Stelle in der Höhle bemerkt man den leisesten Hauch des Windes, und man darf daher nach den Versuchen, die ich allenthalben machte, nicht fürchten, dass das Licht erlösche, obwohl ich bemerkte, dass es sich verlängerte und an Volumen und Helle verlor: dies mochte wohl von dem Verschlingen des Sauerstoffs und der geringen Menge desselben herrühren; denn in mehrern Höhlungen, in die ich das Licht hielt, trennte sich verschiedene Mahl die Flamme vom Dochte, als wenn sie jene zu ergreifen strebte, indem sie ihre kleine Atmosphäre zersetzte und das Wasserstoffgas entzündete, um die Lebensluft zu absorbiren.

Ich bemerkte, dass man bei einem langen Aufenthalte in der Höhle eine leichte Schwäche im Kopfe spürt, die ab- und zunimmt, so wie die Decke höher oder niedriger wird; in einer Abtheilung derselben, in welche ich mit zwei Gefährten durch

ein enges Loch drang, nahm diese Schwäche so sehr zu, daſs wir glaubten, wir würden nicht wieder hinaus kommen können; die Lichter brannten kaum hell genug, um die Gegenſtände zu unterſcheiden, und alle abgeriſſene Felſenſtücke, die wir ſahen, waren, ſo wie der Boden, mit einem gelben Eiſenoxyd bedeckt, und gehörten zur Klaſſe des Alabaſters.

Auf der Wölbung der Höhle ruht ein Berg von Erde und Felſen, der über 300 Toiſen hoch iſt; ſein Boden trägt Fichten, Lentiſcus, Rosmarin und andere Stauden; das Erdreich enthält viel Schwefel. Mir ſcheint, daſs dieſe Höhle bei einer allgemeinen Zerſtörung entſtanden iſt, und ich werde an einem andern Orte meine Gründe für dieſe Meinung angeben. — Unterdeſſen begnüge ich mich der Wahrheit und Aufrichtigkeit gemäſs, die meine Bemerkungen leiten, zu ſagen, daſs dieſe Höhle die gröſste Aufmerkſamkeit der Naturforſcher verdient, und daſs ſie mit den berühmteſten Höhlen bei Arei und um Braunſchweig, die uns ſo ſehr bezaubert haben, verglichen werden kann, — ja, daſs ſie dieſe vielleicht an Schönheit übertrifft. Ob ich gleich von allen, die ſie beſuchten, am weiteſten darin vorgedrungen bin, habe ich doch das Ende nicht geſehen.

VII.

BESCHREIBUNG

der so genannten Höhle de les Dones *in der Provinz Valencia, im Gebiete von Millares,*

von

D. ANTONIO JOSEPH CAVANILLES. *)

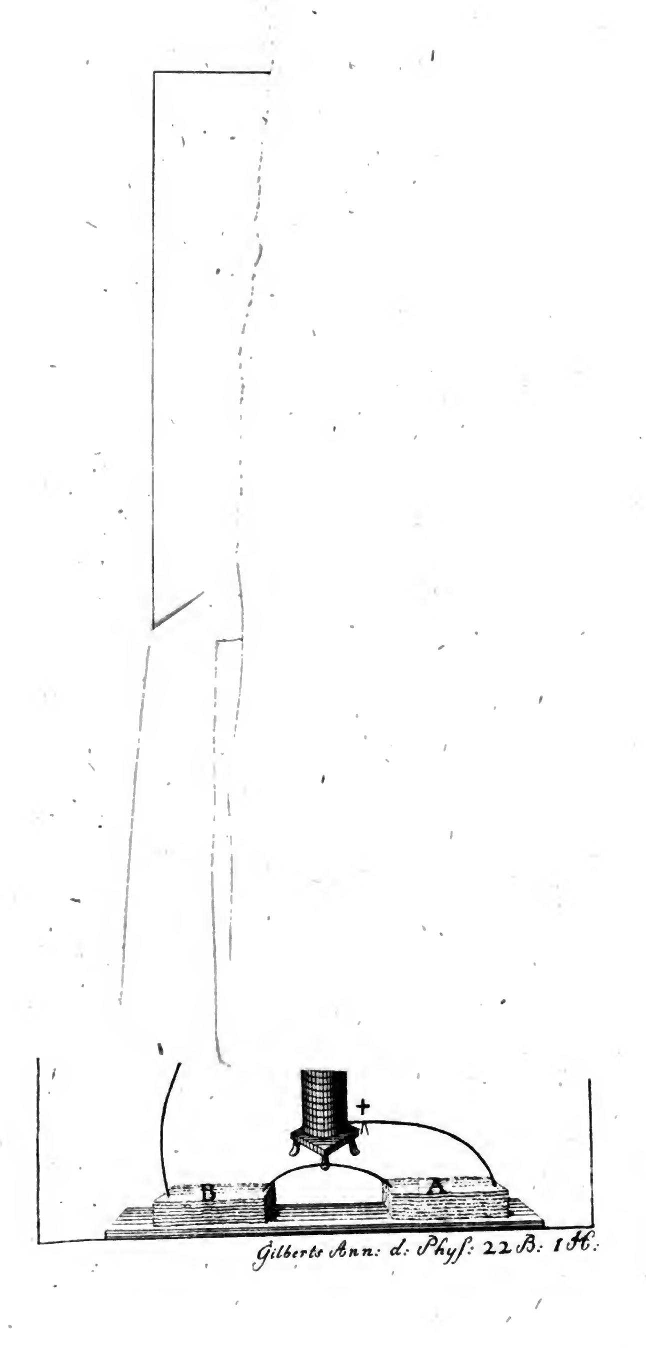
An der Gränze von Millares, nicht weit vom Gränzsteine, der es von Quesa trennt, ist eine Höhle, Cova de les Dones genannt. Cortes liegt davon 1½ Meilen nordwestlich, Millares in gleicher Entfernung nordöstlich, und Quesa etwas über zwei Meilen zwischen Süden und Osten. Eine von den vielen Klüften, die diese wüste Gegend durchfurchen, hat auf irgend eine Art die Berge getrennt, deren Grundfläche sie von Abend nach Morgen durchläuft. Der nördliche, welcher, wie alle Berge dieser Gegend, aus Kalkstein besteht, ist aus horizontalen Bänken zusammen gesetzt, die bis zum Gipfel, welcher in einen stumpfen Hügel ausläuft, drei bis vier Fuss hohe Stufen bilden. In einer Höhe von zwei Dritteln des Berges ist gleichsam die Vorhalle der Höhle, d. h., ein Raum, der 42 Fuss tief, 12 Fuss hoch und 34 Fuss breit ist. An der Decke sieht man Zacken und Stufen, welche die herab gefallenen Felsstücke nachliessen; am äussern Rande Gebüsche und Stauden.

Die Oeffnung oder der Schlund der Vorhalle ist an der Südostseite; westlich am Hintergrunde befindet sich ein Loch, das 4 Fuss im Durchmesser hat, und durch welches man in die Höhle geht. Der Eingang ist sechs bis sieben Fuss lang, enge und abschüssig, dann erweitert er sich plötzlich zu einer Breite von 24, und einer Höhe von 10 bis 12 Fuss. Von hier an wird es

*) *Eben daselbst*, p. 182 f. Entlehnt aus Cavanilles *Observacions sobre la historia natural etc. del Regno de Valencia*, t. 2, p. 22. *d. H.*

allmählig immer finsterer, so dass man ohne künstliches Licht das Innere der Höhle nicht beobachten kann. Ich nahm daher drei Windfackeln mit, und diese Vorsicht war nicht überflüssig, denn eine verlosch am Ende der Höhle, und die andern gaben nur ein schwaches Licht, welches wir mit vieler Mühe unterhielten.

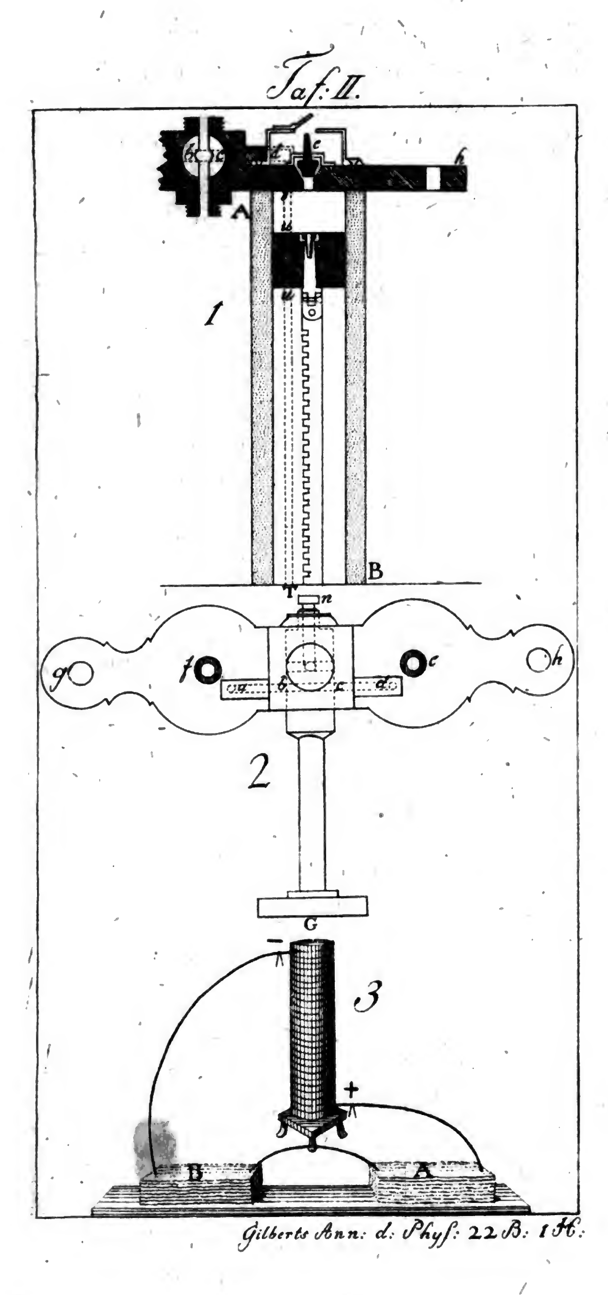
Mit ihrer Hülfe durchstrich ich die geräumige Weitung, und sah *erstens*, dass sie an den Wänden und der Wölbung Höcker und Zacken hatten, die eine Wirkung der abgerissenen zum Theil zertrümmerten Felsstücke waren, welche ein sehr feines Kalkmehl bedeckte. *Zweitens*, dass sich in der Wölbung viele hemisphärische Höhlungen befanden, in denen eine unzählige Menge Fledermäuse hausten, welche an einander hängend drei bis vier Fuss lange Trauben bildeten. *Drittens*, dass an der Decke eine grosse Anzahl Stalaktiten, oder umgekehrte Kegel hingen, von deren Spitzen Wasser herab tröpfelte, woraus im Boden an manchen Orten kleine Sümpfe von beträchtlichem Umfange entstanden. Man sah darin Stalaktiten, oder Grundlagen zu Pyramiden und Säulen von verschiedener Höhe und Gestalt, wovon einige gefrornen Wasserfällen gleichen, andere sich zu Gruppen vereinigen, die oft den Durchgang sehr erschweren. Alle sind von Alabaster, mit weissen Streifen vermischt, und nehmen eine seltne Glätte an. Am Bruche derer, die von der Wölbung herab hingen, sah man die Löcher, wodurch das mit Kalktheilchen geschwängerte Wasser hinein tröpfelte. Endlich bemerkte ich, dass die Höhle ungefähr 1200 Fuss weit nordwestlich läuft, dann sich nach Norden wendet und so 600 Fuss fortgeht, bis man zu einem Thonhügel, der mit einer Mischung von Sand gefärbt ist, gelangt, welcher sich bis an die Wölbung erhebt und womit die Höhle sich endigt. Nachdem man zwei Drittel des Weges zurück gelegt hat, wird der Boden ungleich, und man stösst oft auf kleine Sümpfe, die ungefähr drei Fuss tief und so breit sind, dass man kaum trocknen Fusses vorbei kommen kann. Das Wasser ist rein, klar und von gutem Geschmack, und war den ganzen Tag, den ich mit Zeichnung der Höhle und der wilden ~~lie~~ umgebenden Gegend zubrachte, unser Getränk.



Gilberts Ann: d: Phys: 22 B: 1 H:

... breit und, ... kaum trocknen Fusses vorbei kommen kann. Das Wasser ist rein, klar und von gutem Geschmack, und war den ganzen Tag, den ich mit Zeichnung der Höhle und der wilden sie umgebenden Gegend zubrachte, unser Getränk.

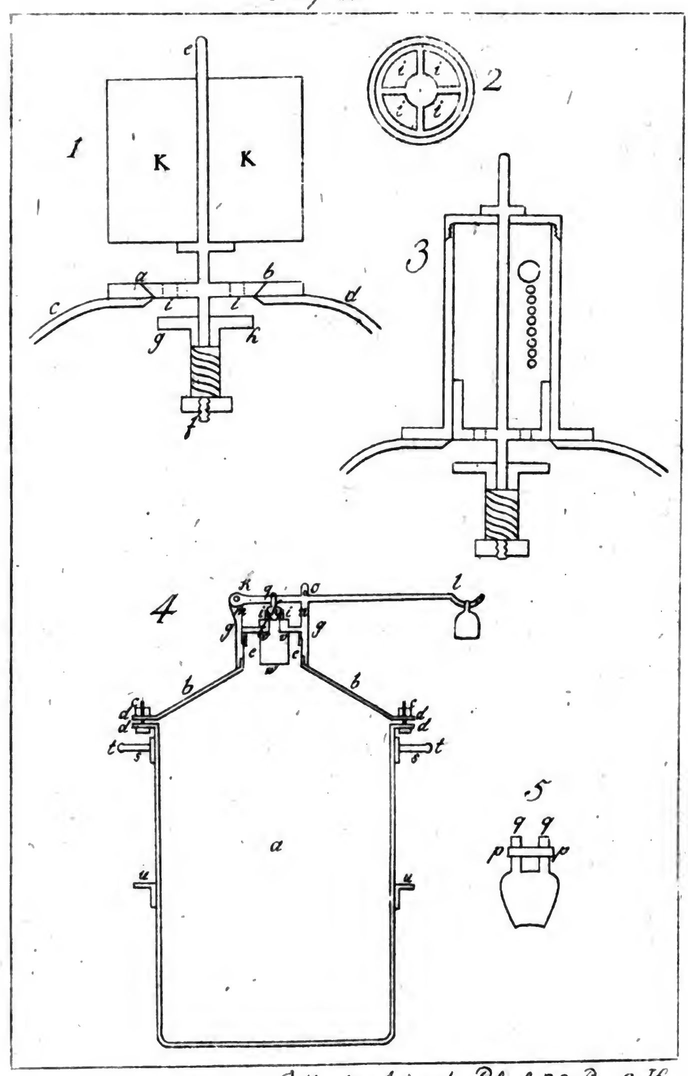
Taf: II.



Gilberts Ann: d: Phys: 22 B: 1 H:

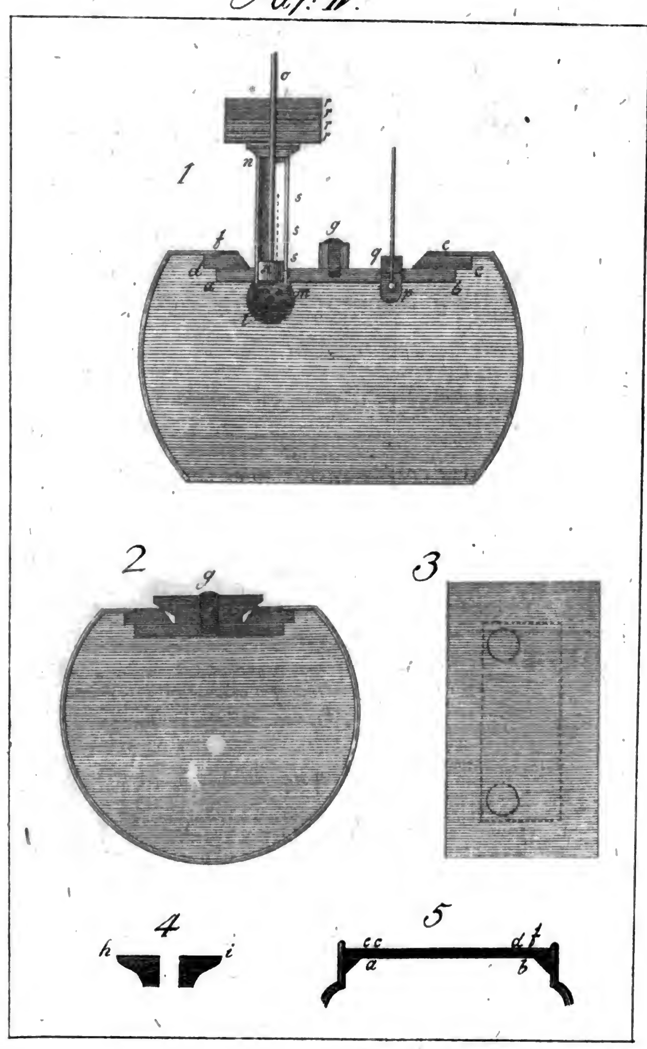


Taf. III.



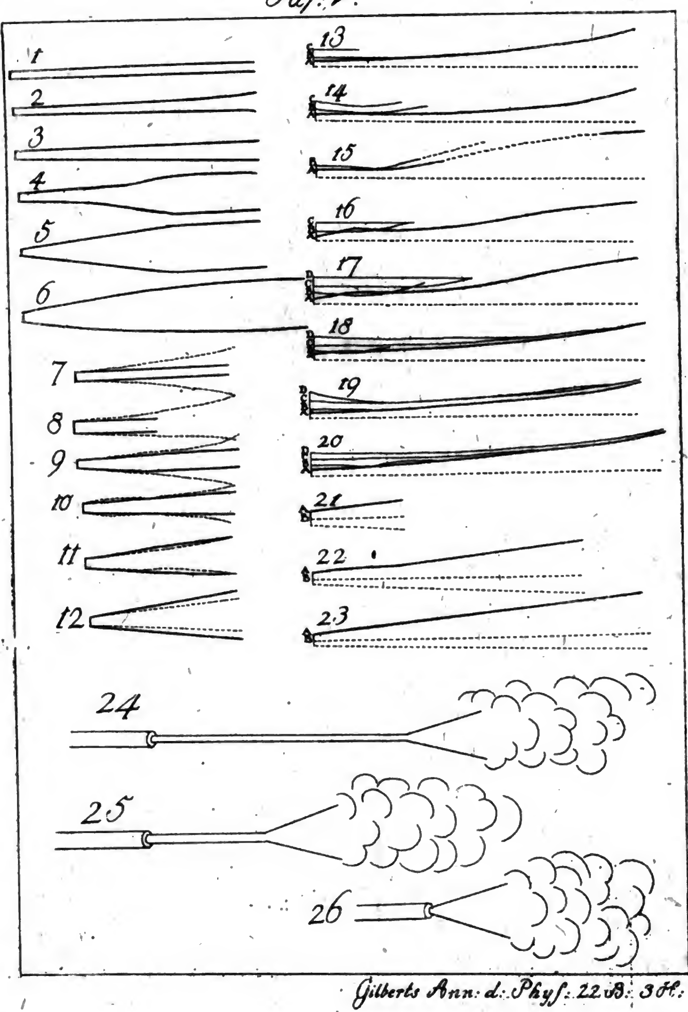
Gilberts Ann. d. Phys. 22 B. 2 H.

Taf: IV.

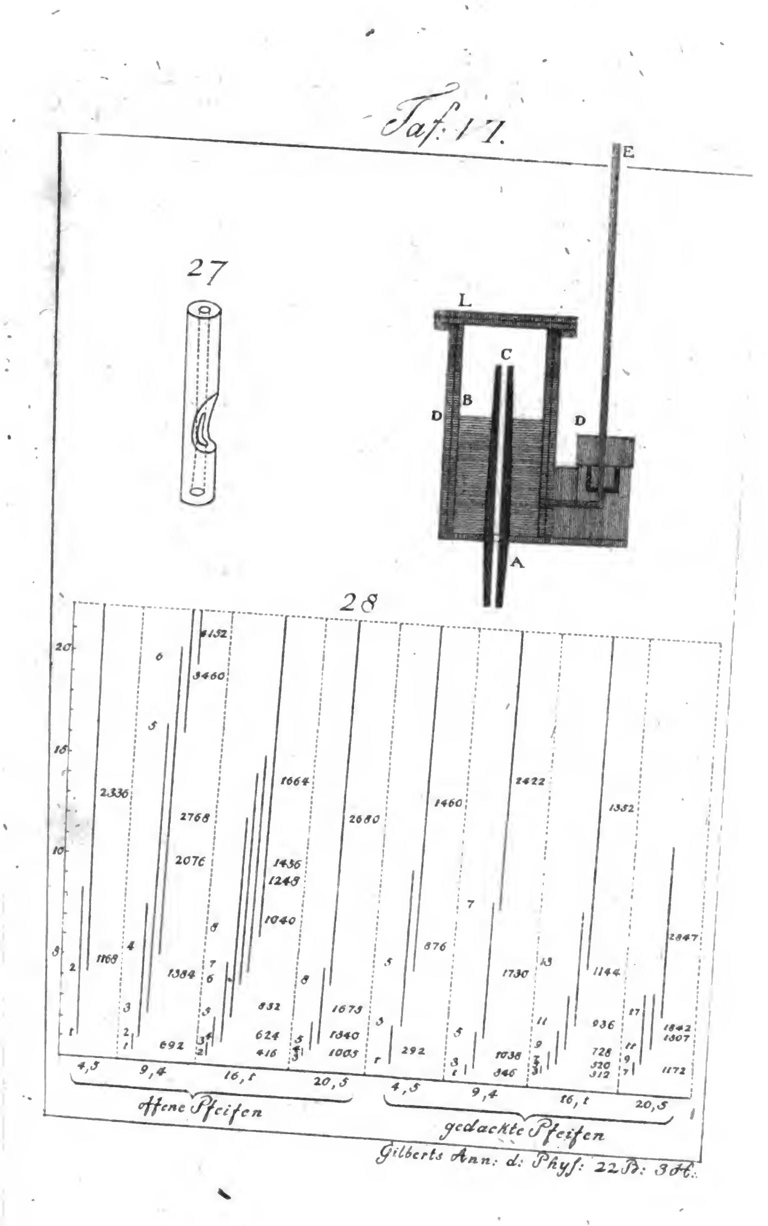




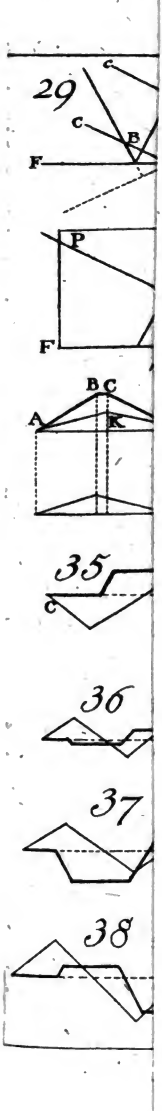
Taf. V.

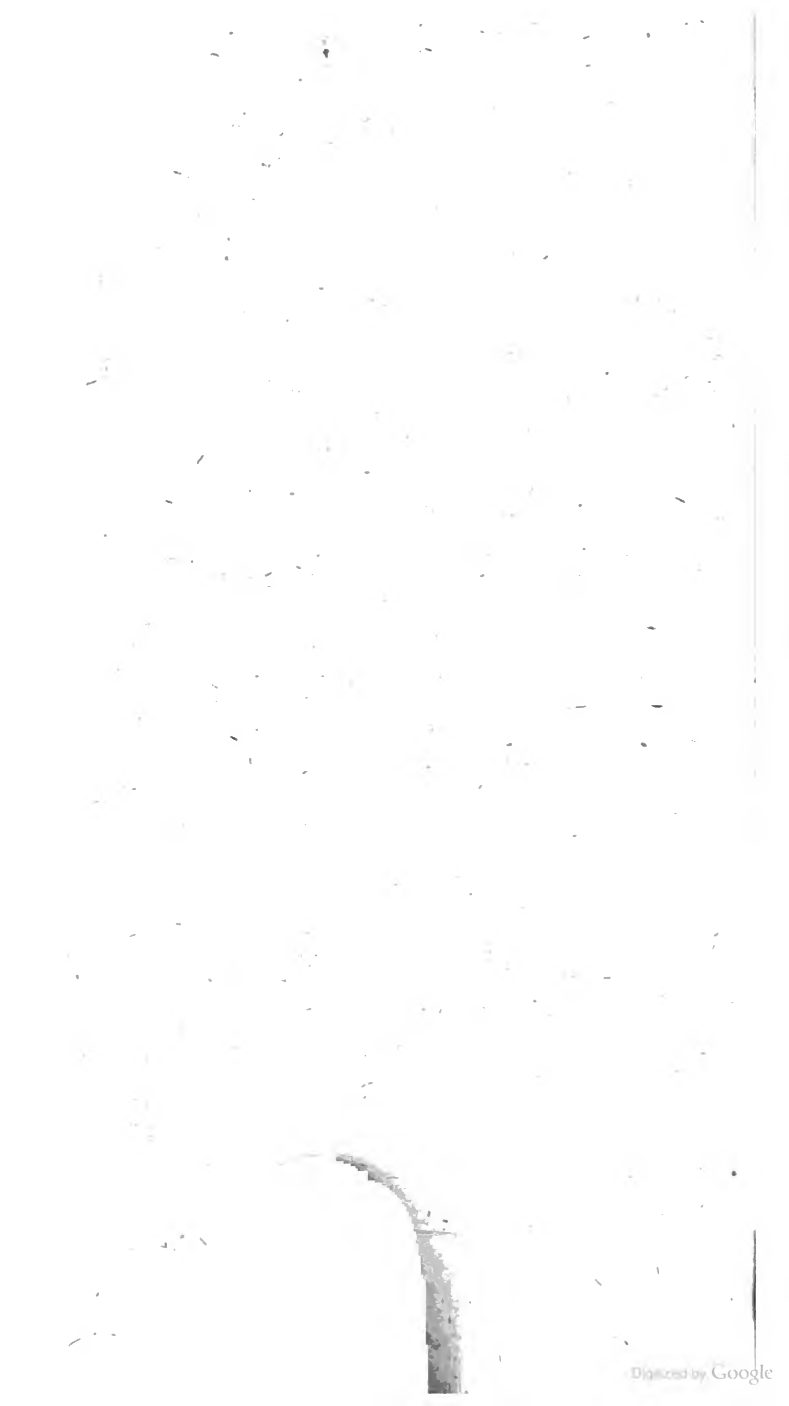


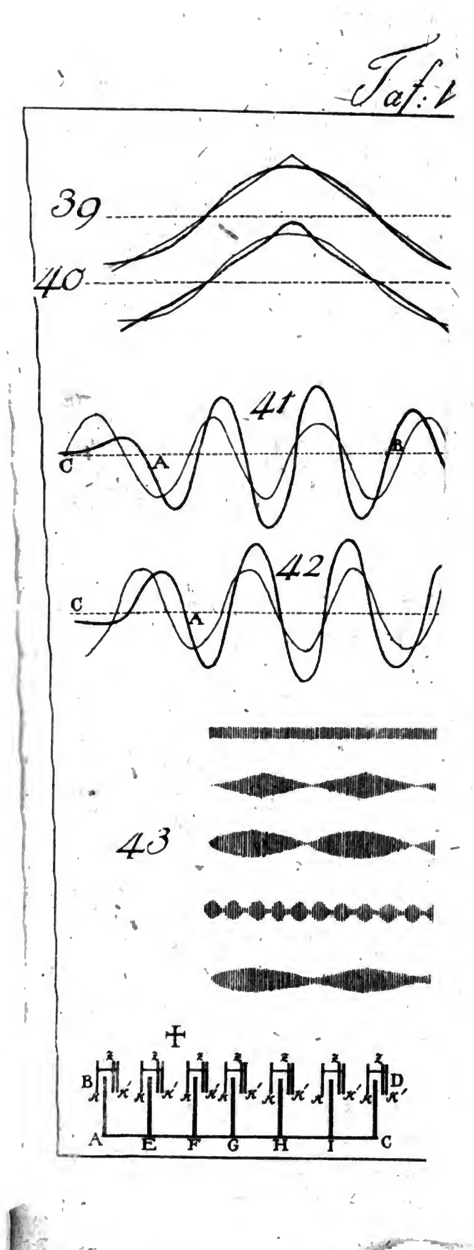
Gilberts Ann. d. Phys. 22 B. 3 H.



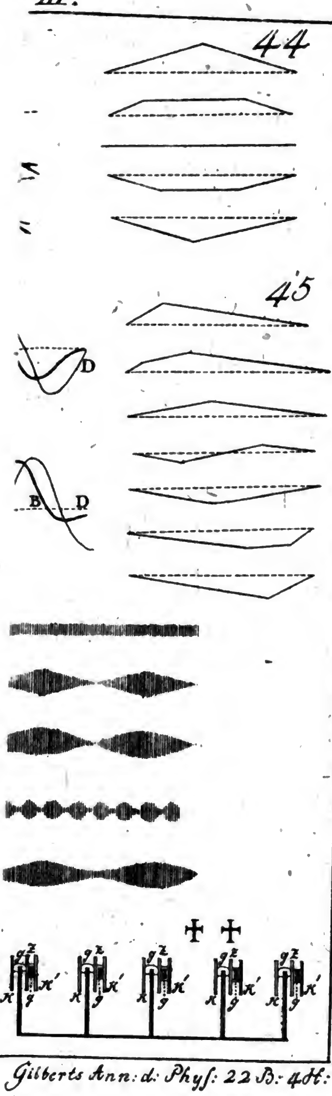
27
L
C
B
D
D
E
A
28
offene Pfeifen
gedackte Pfeifen

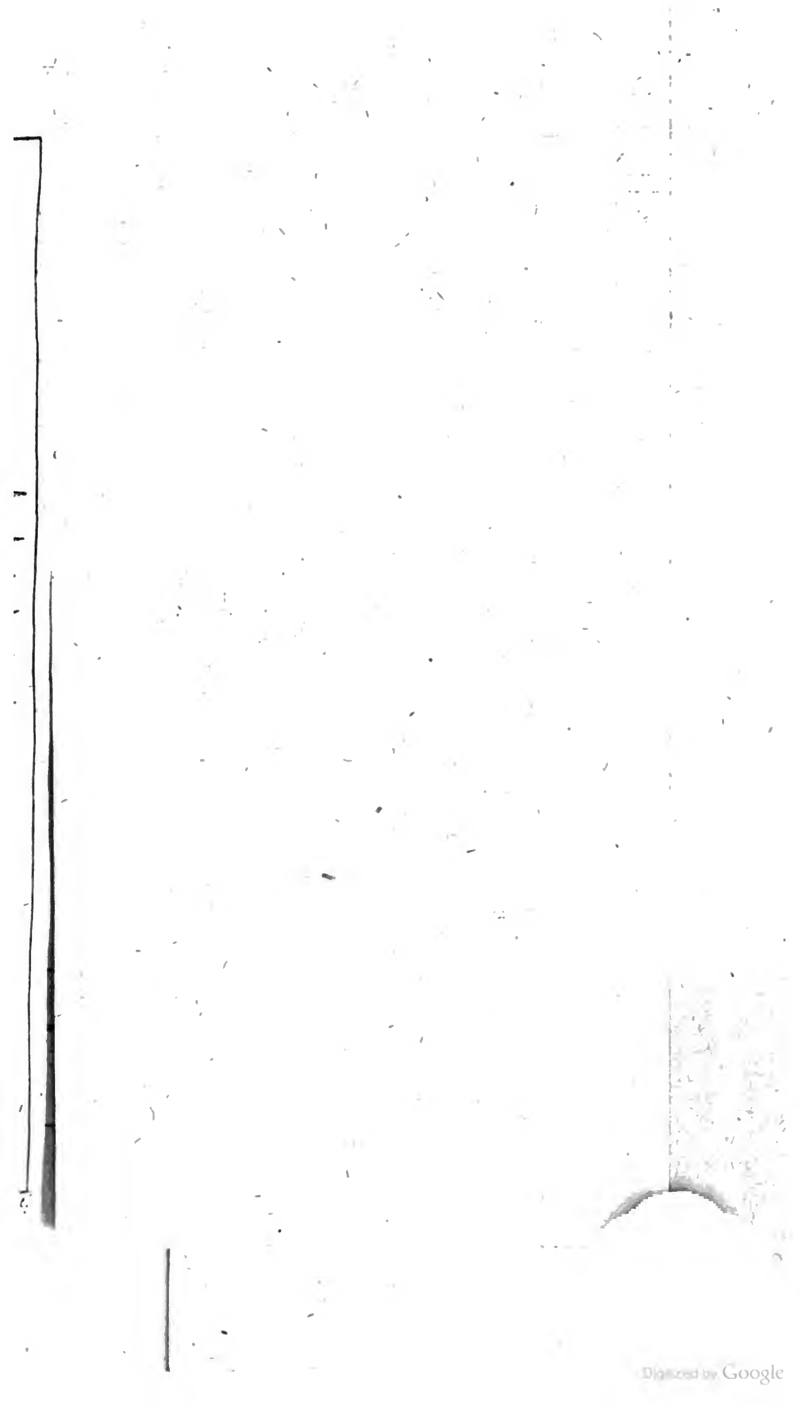

29
c
c
B
F
P
F
B C
A
K
35
C
36
37
38



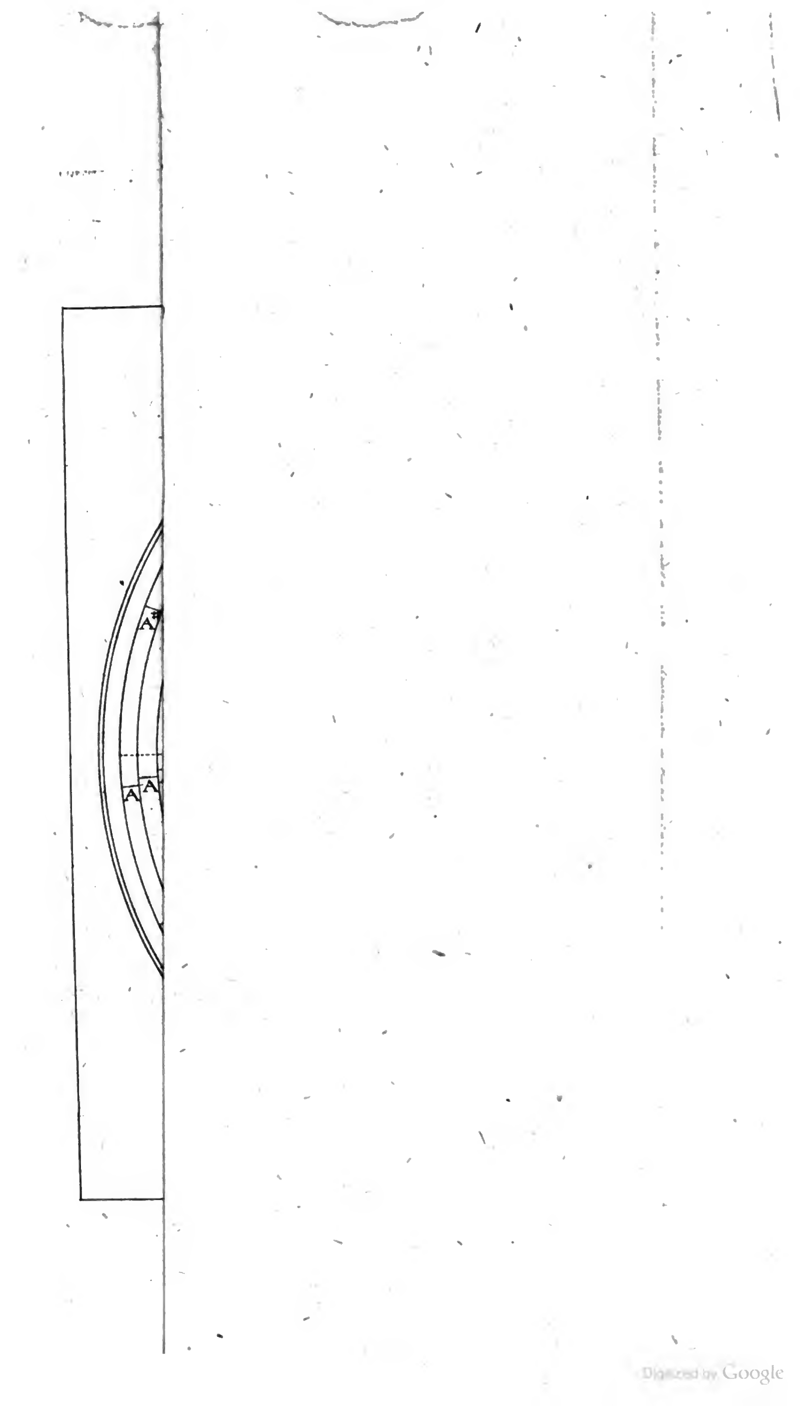

Taf: V
39
40
41
C
A
B
42
C
A
43
B
D
A
E
F
G
H
I
C




44
45
D
B
D
g z
x'
x
g






A
A
A



